1. amorinópolis 53B4

Calcita

- Faz.agua emendada 43km de amorinópolis

Diamante

- Faz. Jacuba, 6,2km NW de amorinópolis
- Rib.sta.maria 11,2KM de amorinópolis
- Córr.balbino 3,2km de amorinópolis
- Córr.taquari 16,2km NE de amorinópolis

2. Arenópolis 53B4

diamante

- r.caiapó,gar. Faz. carreirão Arenópolis
- r.caiapó gar. Cotovelo
- r. caiapó gar. Aristides
- r. caiapó gar praia rica
- r. caiapó joão manuel
- r.caiapó gar. Manchão grande
- r. bonito

3. Assunção de goiás

Cristal de rocha

- Cerca de 5km SE assunção de Goiás

4. Anicuns 53C4

Turmalina preta

- Nascente córrego papuda Anicuns
- Faz. Jaraguazinho,6,5km SE de anicuns

5. Aragarças 53 A3

diamante

- r. araguaia gar. Do macaquinho
- r. araguaia gar. Do cracaja
- Aragarças

6. Aurilândia 53B4

diamante

- r.são domingos,gar. São domingos

7. Altoparaíso 52 D3

Cristal de rocha
Prox. A vila São jorge
12km a leste da vila são Jorge
1,5km a norte de alto paraíso de goiás

8. Baliza 53 A4

diamante
r. araguaia gar. Manchão do gregório
r. araguaia gar. Da lua
Leste de baliza
r. araguaia gar. Manchão das perdizes
r.araguaia – barra das perdizes
r. araguaia gar. De praia rica
r. araguaia gar. Do pacu
r. araguaia gar. Do careca

9. Colinasdosul 52 D3

Colinas do sul

10. Cavalcante 52 D2

SW de arai
Norte da arai
raizama
Diamante
Água marinha e berilo dourado
r. tocantinzinho

11.Campoalegredegoiás 53D4

diamante

Rib. pirapitinga

12.Cristalina 53D4

Cristal de rocha
Resfriado,cerca de 36km SW de cristalina
Resfriado,cerca de 36km SW de cristalina
Ribeirão dos topázios
Pau de óleo,cerca de 12km SW de cristalina
Cabeceiras do rib. Das lajes
Cabec. Do rib. São pedro
Morro do padre 14km Se de cristalina
Piscamba,cerca de 15km aleste de cristalina
Cerca de 43km SE de cristalina

Citrino
Serra velha,cerca de 5km a SW de cristalina

13.cocalzinho 53 C3

Cristal de rocha
Ribeirão porte alta

14.corumbaíba 53 C5

diamante
Cerca de 7,5 km sw de corumbaíba
Serra água branca

15.Ceres 53C3

Turmalina preta
Serra da figueira

16.Camposverdes

*CAVALHEIRO (?)

17.Caiapônia 53B4

Diamante
Ribeirão boa vista
r. caiapó faz. Do ico
r.caiapó,faz. caiapó
25km NE caiapônia,r.bonito
r.bonito

18.Camposbelos 52D2

Cristal de rocha
W de campos belos

19.Cromínia 53C4

Cristal de rocha
Margem esquerda do córr. Sta. bárbara

20.Caiapônia 53B4

21.campinaçu 52C2

Granzada
3km s sul de canalina

22.Caçu 53B

diamante
r. verde

23.Davinópolis 53 D5

diamante
r. paranaíba

24.Edéia 53C4

Ágata
Cerca de 17km a SE de Edéia

25.faz.nova **53B4**

diamante
Faz. nova
Córr. Do garrafão

26.Faina **53B3**

27.goianésia **53C3**

diamante
Córr. margarida

28.Goiás **53B3**

Turmalina preta
5km NW de Goiás

(A) **29.Ipameri** **53C4**

diamante
r. veríssimo

30.Itaberaí **53C4**

31.Israelândia **53B4**

diamante
r.claro,poço seco
Barra do ribeirão do brumado

(B) **32.Ipameri** **53 C4**

diamante
Cerca de 13,5km sw Ipameri

33.Ivolândia 53B4

diamante
r. sto. Antonio,gar. Alto da boa vista
Córr. Enganado
Barra do córr. palmital
Córr. Das antas

34.Itumbiara 53C5

diamante
r. meia ponta

35.jussara 53B3

diamante
r.claro próx. A Britânia

36.Jandaia 53B4

calcita
Faz. Lageado,margem direita do córrego barreirinho

ágata
jandaia
diamante
r. preto

37.Jataí 53B4

diamante
r. claro
r. verdinho
r. verde
r.claro
Córrego jatai
Córrego lajeado

38.jaupaci **53B4**

diamante
r.claro, gar. Pau ferro
r.claro,gar. funilinho
r.claro
r.domingos ou pilões

39.Maurilândia **53B4**

diamante
r.verdão

40.Mineiros **53A4**

diamante
r. diamantino conflu. C/ araguaia
Ribeirão capivara

41.minaçu **52C2**

granzada
Garimpo da mateira

Agua marinha e heliodoro
Cerca de 12,5km SW de minaçu
Serra da mesa

Granada
Pela ema

42.Montealegredegoias **52D2**

Turmalina preta
11,5km SW de monte alegre

granada
10km SW de monte alegre

43.Mossâmedes **53B4**

diamante
Cabeceira do córr. Caetano N de Mossâmedes
4km a SW de mossâmedes
Córrego fundo
r. fartura

44.Montesclaros de goiás 53B3 ?

diamante
s.sebastião do rio claro

45.Montividiudonorte 52C2

Turmalina verde e bicolor
9,5km a oeste de montividiu do norte

46.Mararosa 52C2

47.Novaaurora 53C5

diamante
Aprox. 6km a NW Minaçu

48.Niquelândia 52C3
morionFaz. Meia ponte,36km de coinas de Goiás

Cristal de rocha
r. tocantinzinho
Rib. Da conceicão
Nw de água fria
Cristal de rocha
Banca do r. maranhão
Serra do negro antonio
Nasc.do córr. Faz. seca
20km NE de quebra linha
Estrada niquelândia - anápolis
Crisoprásio
Cerca de 22,5km ao norte de niquelândia

Cerca de 16km ao norte de Niquelândia
9,5km ao n de Niquelândia

diamante
r. tocantinzinho Niquelândia
Gar. Cascalho branco 10km de niquelândia
Gar. Pau torto,10km de niquelândia

49.Porangatu 52C2

50.pirenópolis 53 C3

Cristal de rocha
Dois irmãos

51.paraúna 53B4

Opala
Aprox. 3,6km de paraúna S.W

52.Piranhas 53 B4

diamante
Gar. Bom sucesso
r.piranhas
r. piranhas ao norte de piranhas
r. piranhas garimpo água limpa

53.Pdebernardo 53C3

Calcita
Faz. colônia

54.Posse 52D2

diamante

Córrego garretinho
Córr. Das éguas
r. piracanjuba, 29km a SE de Posse

55.Quirinópolis 53B5

diamante
Cerca de 5km SE Quirinópolis

56.r.verde 53B4

diamante
Córrego queimado

57.s.migueldoaraguaia 52B2

Cristal de rocha
Aprox. 20km NE de são miguel

58.Sítiodaabadia

diamante
r. corrente, cerca de 15km SE sítio da abadia

59.Stoantoniodabarra 53B4

Calcendônia(ágata)
5km de sto. Antonio da barra

Calcendônia(ágata)
diamante
5km de sto. Antonio da barra

60.Sta.rita do araguaia 53 A4

diamante
rio araguaia – 35km sta.rita do araguaia

* Turmalina preta
* diamante
* cristal
* ágata
\+ esmeralda
* calcita
* opala

1	1. Anicuns	53C4	82 Km -> (2º) Turmalina preta
8	2. Aurilândia	53B4	156 Km -> (8º) diamante
	3. Cavalcante	52 D2	
	4. Ceres 53C3		
2	5. Cromínia	53C4	77Km -> (1º) cristal de rocha
3	6. Edéia	53C4	128Km -> (6º) ágata
	7. faz.nova	53B4	
	8. Faina	53B3	
	9. goianésia	53C3	
9	10.Goiás	53B3	135Km -> (7º) Turmalina preta
	11.Ipameri	53C4	
5	12.Itaberaí	53C4	98Km -> (3º) esmeralda
	13.Ipameri	53 C4	
	14.Ivolândia	53B4	
4	15.Jandaia	53B4	123Km -> (5º) calcita / ágata / diamante
	16.minaçu	52C2	
7	17.Mossâmemes	53B4	162 Km -> (10º) diamante
	18.Niquelândia	52 C3	
6	19.pirenópolis	53 C3	111Km -> (4º) esmeralda / cristal
10	20.paraúna	53B4	159 Km -> (9º) opala
	21.Piranhas	53 B4	
	22.Stoantoniodabarra	53B4	

1. Anicuns 53C4

Turmalina preta

- Nascente córrego papuda Anicuns
- Faz. Jaraguazinho,6,5km SE de anicuns

2. Aurilândia 53B4

diamante

- r.são domingos,gar. São domingos

3. Cavalcante 52 D2

SW de arai
Norte da arai
raizama
Diamante

Água marinha e berilo dourado

r. tocantinzinho

4. Ceres 53C3

Turmalina preta

Serra da figueira

5. Cromínia 53C4

Cristal de rocha
Margem esquerda do córr. Sta. bárbara

6. Edéia 53C4

Ágata

Cerca de 17km a SE de Edéia

7. faz.nova 53B4

diamante
Faz. nova
Córr. Do garrafão

8. Faina 53B3

esmeralda

8,5km SW de faina Faina

9. goianésia 53C3

diamante
Córr. margarida

10.Goiás 53B3

Turmalina preta
5km NW de Goiás

11.Ipameri 53C4

Turmalina preta
5km NW de Goiás

12.Itaberaí 53C4

esmeralda
Faz. lage Itaberaí

13.Ipameri 53 C4

diamante
Cerca de 13,5km sw Ipameri

14.Ivolândia 53B4

diamante
r. sto. Antonio,gar. Alto da boa vista
Córr. Enganado
Barra do córr. palmital
Córr. Das antas

15.Jandaia 53B4

calcita
Faz. Lageado,margem direita do córrego barreirinho

ágata
jandaia
diamante
r. preto

16.minaçu 52C2

granzada
Garimpo da mateira

Agua marinha e heliodoro
Cerca de 12,5km SW de minaçu
Serra da mesa
Granada
Pela ema

17.Mossâmemes 53B4

diamante
Cabeceira do córr. Caetano N de Mossâmedes
4km a SW de mossâmedes
Córrego fundo
r. fartura

18.Niquelândia 52 C3
morionFaz. Meia ponte,36km de coinas de Goiás

Cristal de rocha
r. tocantinzinho
Rib. Da conceicão
Nw de água fria
Cristal de rocha
Banca do r. maranhão
Serra do negro antonio
Nasc.do córr. Faz. seca
20km NE de quebra linha
Estrada niquelândia - anápolis
Crisoprásio
Cerca de 22,5km ao norte de niquelândia
Cerca de 16km ao norte de Niquelândia
9,5km ao n de Niquelândia

diamante
r. tocantinzinho Niquelândia
Gar. Cascalho branco 10km de niquelândia
Gar. Pau torto,10km de niquelândia

19.pirenópolis 53 C3

esmeralda
12km NW pirenópolis Pirenópolis
Cristal de rocha
Dois irmãos

20.paraúna 53B4

Opala
Aprox. 3,6km de paraúna

21.Piranhas 53 B4

diamante
Gar. Bom sucesso
r.piranhas
r. piranhas ao norte de piranhas
r. piranhas garimpo água limpa

22.Stoantoniodabarra 53B4

Calcendônia(ágata)
5km de sto. Antonio da barra

Calcendônia(ágata)
diamante
5km de sto. Antonio da barra

61.Sãosimão 53 B5

diamante
mateira

62.Stahelenadegoiás 53B4

diamante
Córr. Das traíras

63.Trêsranchos 53D5

diamante
Cerca de 2,5km NW de três ranchos
Faz. Lagoinha – 4,5km NW de três ranchos

64.Teresinadegoiás 52D2

31km NE de teresina de Goiás Teresina de goiás

Berilo dourado e amazonita
Gar. Do antonio serra branca
Heliodoro e água marinha
Gar. Cobra – serra branca
Amazonita – topázio incolor
Serra branca
Topázio azul e berilo dourado
Pegmatito buriti – serra da mesa/ minaçu
Agua marinha e ametista
Garimpo manchão velho – serra da mesa

65.Trombas ?
Turmalina verde e rosa
Confluência do córr. Das pedras c/ rio capivara
Diamante
Cristal de rocha
Ametista
Serra das caldas
Córr.da serra

Serra de santa rita
Esmeralda
Pela ema

Faz. lage	Itaberaí
8,5km SW de faina	Faina
12km NW pirenópolis	Pirenópolis
Gar. Sta. terezinha	Campos verdes
2km SW de Porangatu	Porangatu
Faz. Bom jesus, cerca de 15km SW de mara Rosa	Mara rosa

Turmalina preta
Nasc.do rib.santa família
Turmalina verde e azul
Córr. Próx ao pov. De canalina
Berilo dourado
Fluorita
Ser.branca

BRASÍLIA
TAGUATINGA
CEILÂNDIA
GAMA
LUZIÂNIA
ANÁPOLIS
GOIÂNIA
APARECIDA DE GOIÂNIA
Aparecida de Goiás
do Norte
Barro Alto
Mimoso de Goiás
Araguapaz
Nova América
Natinópolis
Nova Glória
Jardim Paulista
Santa Isabel
Sta. Rita do Novo Destino
Dois Irmãos de Goiás
Padre Bernardo
São Gabriel de Goiás
Britânia
Valdelândia
Morro Agudo de Goiás
Jeroaquara
Matrinchã
Faina
Caiçara
Cibele
Carmo do Rio Verde
Ceres
Rialma
Castrinópolis
Goianésia
Uruana
Itapuranga
Rianápolis
Reserva Biológica de Águas Emendadas
Planaltina de Goiás
Sobradinho
Planaltina
Parque Nac. de Brasília
Brazlândia
Jacilândia
São João
Guaraitá
Uruita
Jaraguá
Cocalzinho de Goiás
Sta. Fé de Goiás
Jussara
Itapirapuã
Buenolândia
Heitoraí
Itaguaru
Itaguari
Jesúpolis
Taquaral de Goiás
Pirenópolis
S. Francisco de Goiás
Calcilândia
Davidópolis
Goiás
Uvá
Cid. Eclética
Aparecida
Corumbá de Goiás
Sto. Antônio do Descoberto
Novo Brasil
Campo das Perdizes
Buriti de Goiás
Mossâmedes
Sanclerlândia
Itaberaí
Sta. Rosa de Goiás
Itauçu
Damolândia
Petrolina de Goiás
Ouro Verde de Goiás
Interlândia
Alexânia
Abadiânia
Valparaíso de Goiás
Cidade Ocidental
Bacilândia
Jaupaci
Israelândia
Fazenda Nova
Serra Dourada
Córrego do Ouro
Americano do Brasil
Choupana
Araçu
Inhumas
Brazabrantes
Nova Veneza
Sousânia
Rodrigues do Nascimento
Iporá
Messianópolis
Moiporá
Ivolândia
Adelândia
S. Luís de Montes Belos
Firminópolis
Anicuns
Avelinópolis
Caturaí
Claudinápolis
Goianira
Sta. Bárbara de Goiás
Nazário
Trindade
Nerópolis
Goianápolis
Terezópolis de Goiás
Bonfinópolis
Leopoldo de Bulhões
Silvânia
Caldazinha
Sen. Canedo
Vianópolis
Amorinópolis
Cachoeira de Goiás
Aurilândia
Palminópolis
Turvânia
S. João da Paraúna
Campestre de Goiás
Palmeiras de Goiás
Guapó
Cristalina
Campolândia
Paraúna
Jandaia
Cezarina
Aragoiânia
Varjão
Hidrolândia
Bela Vista de Goiás
São Miguel do Passa-Quatro
Orizona
Domiciano Ribeiro
Indiara
Cristianópolis
Santa Cruz de Goiás
Cavalheiro
Mairipotaba
Cromínia
Professor Jamil
Piracanjuba
Palmelo
Pires do Rio
Montividiu
Acreúna
Edéia
Edealina
Urutaí
Campo Alegre de Goiás
Santo Antônio da Barra
Pontalina
Rancho Alegre
Morrinhos
Ipameri
Rio Verde
Santa Helena de Goiás
Vicentinópolis
Aloândia
Caldas Novas
Rio Quente
Porteirão
Joviânia
Maurilândia
São Domingos
Água Limpa
Marzagão
Pires Belo
Santo Antônio do Rio
Riverlândia
Castelândia
Goiatuba
Buriti Alegre
Corumbaíba
Nova Aurora
Goiandira
Catalão
Davinópolis
Ouroana
Bom Jesus de Goiás
Panamá
Cumari
Ouvidor
Três Ranchos
Aparecida do Rio Doce
Sarandi
Anhanguera
Douradoquara
Quirinópolis
Itumbiara
Gouvelândia
Araporã
Inaciolândia
Centralina
Tupaciguara
Piracaíba
Araguari
Gruplara
Estrela do Sul
Cachoeira Alta
Cacu
Ipiaçu
Capinópolis
Santa Luzia
Martinésia
Rio Verde
Rio Turvo
Rio dos Bois
Rio Meia Ponte
Rio Corumbá
Rio Preto
Rio São Marcos
Rio Claro
Rio Doce
Rio Alegre
Barragem de Emborcação

3
4
5
B
C
D

TOPOGRAFIA

1. Introdução

Definições :

Etimologicamente a palavra topografia é formada pelos radicais gregos *topos* = lugar e *graphein* = descrever, então :

topografia = descrição do lugar

A partir dessa definição etimológica pode-se chegar a definições mais elaboradas como :

" A topografia é a ciência aplicada cujo objetivo é representar, no papel, a configuração de uma porção de terreno com as benfeitorias que estão em sua superficie." (BORGES, Alberto Campos)

ou

" A topografia tem por finalidade determinar o contorno, dimensão e posição relativa de uma porção limitada da superficie terrestre, sem levar em conta a curvatura resultante da esfericidade terrestre." (ESPARTEL, Lélis)

1.1 Origem (Extraído de ESPARTEL, Lélis - Curso de Topografia)

Existem registros de que os egipcios, os gregos, os árabes e os romanos utilizavam instrumentos e processos primitivos para descrever, delimitar e avaliar propriedades rurais. Essa topografia inicialmente conhecida como geometria aplicada tinha como principal finalidade a geração de mapas cadastrais e mapas militares.

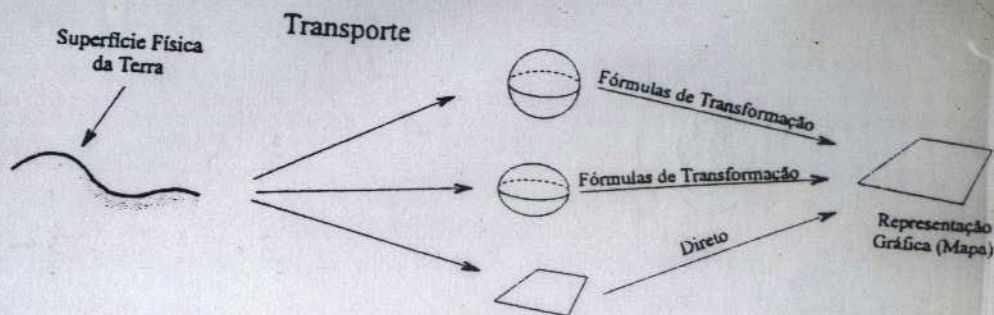
Entretanto, apenas nos últimos séculos é que a topografia perdeu o seu caráter empírico, estruturando-se como ciência graças ao desenvolvimento notável que tiveram principalmente as

A primeira carta executada com estilo e técnicas próprias é devida ao cartógrafo italiano Cassini que compilou a Carta de França, publicada no início do século XIX pela Academia Francesa.

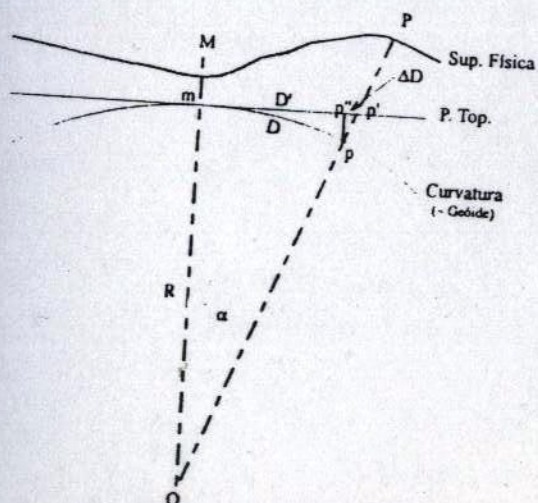
Com o aperfeiçoamento da mecânica de precisão introduzidos nos instrumentos topográficos, devido principalmente aos estudos do engenheiro suíço Henrique Wild, do geodesista italiano Ignazio Porro, de Carl Zeiss, Pulfrich, Orel, da importante Casa Zeiss, entre tantos outros, contribuíram eficientemente para o progresso crescente da aplicação dos métodos desenvolvidos pela Topografia.

Os progressos realizados na parte óptica dos instrumentos, devidos a Kepler (1600), Porro, Zeiss, Wild e outros; na medida direta de distâncias devidas a Porro, Bessel, Jäderin; na leitura de ângulos, devidas a Vernier e P. Nonius, Bauerfeind, Zeiss, Wild; nos levantamentos topográficos devidos a Pothénot, Snellius, Hansen; na avaliação mecânica das áreas, devidas aos aparelhos Amssler, Coradi, Galileo e outros, deram à Topografia o valor que realmente tem como ciência e como técnica no levantamento topométrico preciso do terreno e na representação gráfica equivalente, servindo como apoio de qualquer trabalho de Engenharia e Agrimensura.

1.2 - Limites da Topografia.

A Terra é um corpo irregular cuja forma é aproximadamente esférica. O Geóide é definido como uma superficie que representaria o nível médio dos mares e que se prolongaria sobre os continentes. Baseados nesta definição alguns simplificam a forma da Terra e a confunde com a do geóide. Para finalidades de levantamento e representação gráfica dos elementos da sua superficie é necessário uma descrição matemática desta mesma superficie, contudo a Terra real e o geóide não tem uma definição geométrica por serem sabidamente irregulares. Deste modo é necessário a utilização de modelos que à descrevam o mais fielmente possível.

Em topografia o modelo que interessa é o modelo plano uma vez que a área abrangida por este tipo de levantamento é considerada pequena além da vantagem da transposição direta dos dados de campo para o plano do papel, todavia é necessário se estabelecer até que distância essa simplificação pode ser considerada.

a) Limite planimétrico

Na figura abaixo é representado esquematicamente um trecho da superfície da Terra.

Da figura :

MO - reta que passa pelo centro do plano topográfico e pelo centro da Terra.

P - ponto genérico na superfície da Terra.

p e p' - projeção do ponto P, segundo a vertical (linha de prumo) no geóide e no plano topográfico respectivamente.

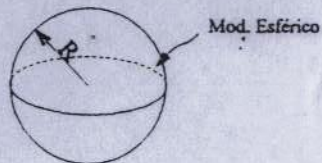
p" - projeção do ponto p no plano topográfico segundo uma direção ortogonal a esse plano e paralela a direção MO.

D e D' - distância entre o centro do plano topográfico e as projeções do ponto P respectivamente no plano topográfico (p') e no geóide (p).

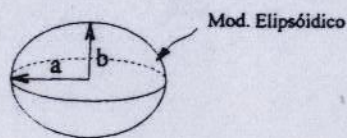
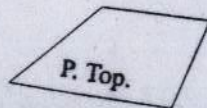
p'p" - erro na distância quando não se considera a curvatura da Terra (ΔD)

Dependendo da área que se deseja mapear e da escala de representação pode-se trabalhar com três modelos geométricos hipotéticos:

Modelo Esférico - quando se deseja representar a Terra toda ou uma grande superfície dela em escalas pequenas (abaixo de 1: 1.000.000) ou quando o rigor geométrico do mapa não for importante.

R - raio médio da Terra

Modelo Elipsoidal - quando se deseja representar parte da superfície da Terra em escalas médias (entre 1:1.000.000 e 1:25:000) e é necessário considerar o ligeiro achatamento nos Pólos que ela possui.

a - semi-eixo maior

b - semi-eixo menor

Modelo Plano ou Topográfico - quando se deseja representar uma pequena superfície da Terra e o negligenciamento da curvatura não acarreta em erro significativo. A escalas dos mapas topográficos variam em geral entre 1:10.000 a 1:100.

Em qualquer uma dos casos o levantamento é feito na superfície física da Terra com maior ou menor grau de precisão e transportados ao modelo hipotético e deste ao mapa (papel).

Quando se desenha, existe um limite para a redução do real para o representado (desenhado). Este limite é estabelecido pela espessura do traço mais fino que se consegue fazer. Isto significa dizer que se a dimensão de um objeto ao se aplicar a escala for inferior a espessura do traço, ele não pode ser representado em escala. Ao se omitir a dimensão reduzida em escala na representação, acaba-se por cometer um erro. Este erro é conhecido como **erro gráfico** .Alguns autores estabelecem para o erro gráfico o valor 0,1 mm.

Seguindo-se esse raciocinio, pode-se deduzir que se o erro cometido ao se ignorar a curvatura terrestre não puder ser representado graficamente, porque é inferior ao erro gráfico, então ele não é significativo. Adotando um raio médio para a Terra igual a R = 6.370 Km, trabalhando-se no limite, ou seja, erro de curvatura igual ao erro gráfico, e aplicando-se a equação (2) pode-se gerar a seguinte tabela:

ESCALA	DISTÂNCIA (Km)
1:5.000	39,3
1:10.000	49,56
1:20.000	62,44

Esta tabela nos mostra que se a escala final do trabalho de levantamento for de 1:5.000 pode-se para finalidades de topografia considerar a Terra plana dentro de um raio de abrangência de até 39,3 Km uma vez que o erro não será visível no desenho final.

Uma outra forma de se determinar os limites é através do cálculo do **erro relativo**. Entende-se por **erro relativo** a relação entre o **erro absoluto** e a distância total medida e por **erro absoluto** a diferença entre a distância real e a distância medida. Por exemplo, suponha que foi medida uma distância de 1.000,00 m (distância real) obtendo-se 998,00 m. Então o erro absoluto é igual a 2 m, isto é :

$$E_{ABS} = 1.000,00 - 998,00 \quad \Rightarrow \quad E_{ABS} = 2,00 \text{ m}$$

O erro relativo nesse caso é :

$$E_{REL} = \frac{2,00}{1000,00} \quad \Rightarrow \quad E_{REL} = \frac{1}{500}$$

No caso do erro provocado pela negligenciamento da curvatura terrestre, pode-se fazer a correlação :

$$E_{ABS} = D - D' \text{ (erro absoluto)} \quad e \quad E_{REL} = E_{ABS}/D \text{ (erro relativo)}$$

onde : D = distância sobre a superfície curva

D' = distância planificada (sobre o plano topográfico)

Adotando-se um raio R = 6.370 Km e fazendo α variar ; através das equações

$$D' = R \operatorname{tg} \alpha \quad e \quad D = R.\alpha$$

obtém-se a seguinte tabela :

α	D	D'	ERRO	
(°)	(m)	(m)	Absoluto (m)	Relativo
5	9.264,796	9.264,789	0,0065	1: 1.400.000
10	18.529,631	18.529,579	0,0523	1: 350.000
15	27.794,545	27.794,368	0,1764	1: 160.000
20	37.059,576	37.059,159	0,4181	1: 90.000
25	46.324,764	46.323,947	0,8166	1: 60.000
30	55.590,148	55.588,737	1,4112	1: 40.000

O erro relativo nos indica qual a precisão do levantamento topográfico, ou seja, um E_{REL}=1:1.400.000 significa dizer que o erro cometido ao se medir uma distância é menor que ela em um milhão e quatrocentas mil vezes. Assim dependendo do instrumental e da técnica de levantamento, pode-se chegar a diferentes graus de precisão. É esse grau de precisão que vai limitar a área abrangida pelo levantamento. Por exemplo, se o levantamento topográfico tiver uma precisão de 1:160.000 o raio de abrangência fica limitado a aproximadamente 20 Km.

Em um levantamento topográfico a última operação é o desenho executado em uma escala apropriada. Entende-se por escala a relação entre o tamanho representado e o tamanho real.

$$E = \frac{d}{D}$$

onde: d = distância no desenho

D = distância real no terreno

ou

$$E = \frac{1}{M}$$

onde: M = denominador da escala

Então uma escala E = 1/1000 (1:1000) significa dizer que a distância real foi reduzida mil vezes.

O erro ΔD no terreno ao ser transposto para o papel sofre uma redução de escala que pode ser expressa pela seguinte equação :

$$E = \frac{\delta}{\Delta D} = \frac{1}{M}$$

onde: δ = erro no desenho por não considerar a curvatura terrestre

ΔD = erro real por não considerar a curvatura terrestre

isolando ΔD na equação anterior e substituindo na equação (1) , vem :

$$\Delta D = \delta.M \quad \Rightarrow \quad \delta \cdot M = \frac{D^3}{3R^2}$$

isolando D, chega-se :

$$D = \sqrt[3]{3.R^2.\delta.M} \qquad (2)$$

Observa-se na figura que quanto mais distante o ponto P estiver do centro do plano topográfico, maior será o erro ΔD provocado. Desta forma haverá uma distância em que esse erro será significativo. Para se estabelecer esta distância é necessário se estabelecer a relação matemática entre essas variáveis.

Da figura :

$$\Delta D = mp' - mp''$$

$$mp' = D \quad e \quad mp'' \cong D' \text{ (se o ângulo } \alpha \text{ for pequeno)}$$

Da trigonometria plana vem :

$$D' = R \, tg \, \alpha \quad e \quad D = R \, \alpha \text{ (} \alpha \text{ expresso em radianos)}$$

portanto

$$\Delta D = D - D' \quad \Rightarrow \quad \Delta D = R \, tg \, \alpha - R\alpha \quad \Rightarrow \quad \Delta D = R \, (tg \, \alpha - \alpha)$$

para ângulos pequenos $tg\alpha = \alpha + \frac{\alpha^3}{3} \ \ldots$

$$\Delta D = R \cdot (\alpha + \frac{\alpha^3}{3} - \alpha) \quad \therefore \quad \Delta D = \frac{R\alpha^3}{3}$$

substituindo α por D/R, vem:

$$\Delta D = \frac{R\left(D/R\right)^3}{3}$$

chega-se finalmente a

$$\Delta D = \frac{D^3}{3R^2} \quad (1)$$

3 - Unidades de Medida em Topografia

Em topografia são efetuadas medidas lineares ou de distâncias, de áreas ou de superfície, volumétricas e angulares.

3.1 - Medidas Lineares.

As medidas lineares podem ser feitas por métodos diretos e indiretos.

. Diretos quando a grandeza é medida diretamente por intermédio de uma trena;

. Indiretos quando o comprimento é medido através de uma outra grandeza, porém com uma relação conhecida. Por exemplo, medidas feitas com distanciômetros eletrônicos onde a distância é obtida pelo tempo de propagação de ondas eletromagnéticas ou a taqueometria que utiliza relações de triângulo.

Independentemente do método de obtenção a unidade de medida linear utilizada desde 1° de janeiro de 1874 no Brasil é o metro e os seus múltiplos. Entretanto existem estados brasileiros que até hoje utilizam o sistema antigo. A tabela abaixo, extraída de Espartel, explicita essas unidades e sua equivalência com o metro.

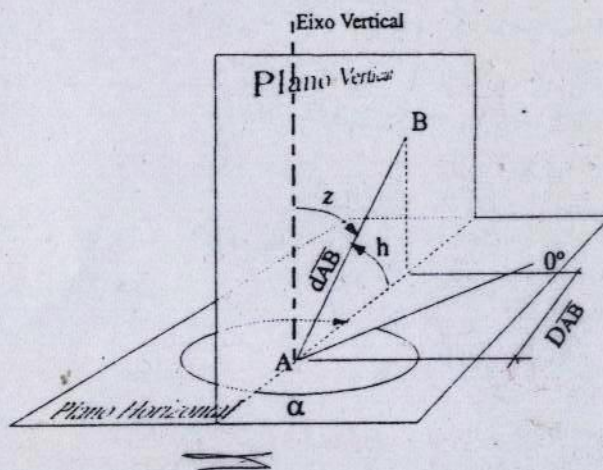
SISTEMA ANTIGO	VALOR		SISTEMA METRICO	
1 linha	12	pontos	2,29	mm
1 polegada	12	linhas	2,75	cm
1 palmo	8	polegadas	0,22	m
1 vara	5	palmos	1,10	m
1 braça	2	varas	2,20	m
1 corda	15	braças	33,00	m
1 quadra	4	cordas	132,00	m
1 pé português	12	polegadas	0,33	m
1 côvado	2 3	pés ou palmos	0,66	m
1 passo geométrico	5	pés	1,65	m
1 toesa	3	côvados	1,98	m
1 quadra do Uruguai	50	braças	110,00	m
1 polegada inglesa		———	2,54	cm
1 pé inglês	12	polegadas inglesas	30,479	cm
1 jarda	3	pés ingleses	91,438	cm
1 quadra brasileira de sesmaria	60	braças	132,00	m

2. Divisão da Topografia.

A topografia pode ser dividida em topometria e topologia. A topometria se ocupa em estudar os métodos de medidas da superficie terrestre compreendida no plano topográfico. Estes métodos são baseados na geometria aplicada. A topologia se ocupa no estudo das formas exteriores da superficie terrestre e nas leis que regem o seu modelamento. A sua aplicação principal é na representação gráfica do terreno.

A topometria é ainda subdividida em planimetria e altimetria.

. planimetria - as medidas lineares e angulares são executadas no plano horizontal, obtendo-se distâncias horizontais e algulos azimutais;

. altimetria - as medidas lineares e angulares são executadas no plano vertical, obtendo-se distâncias verticais e ângulos zenitais.

Onde : A e B - pontos na superficie terrestre.

$\overline{d^{AB}}$ - distância inclinada entre os pontos A e B;

$\overline{D^{AB}}$ - distância horizontal entre os pontos A e B;

α - ângulo horizontal medido a partir de uma origem arbitrária;

h - ângulo vertical medido;

z - ângulo zenital medido.

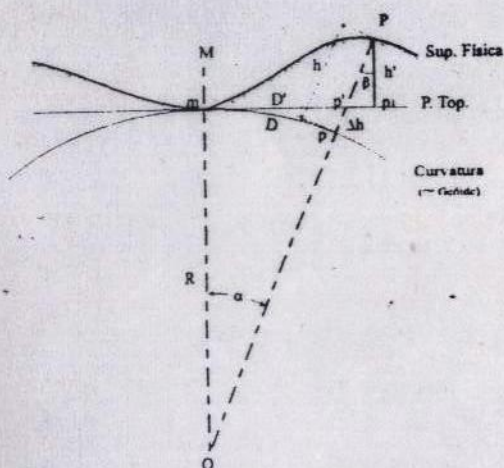
É necessário também se levar em consideração o efeito da refração atmosférica que minimiza este erro. A fórmula acima com o efeito da refração adquiri o seguinte aspecto :

$$\Delta h = 0{,}85.\frac{D'^2}{2R}$$

Para efeito de estudo pode-se elaborar a seguinte tabela, a qual é similar a da planimetria.

D'(m)	Δh (m)
100	0,001
200	0,003
500	0,017
1000	0,067
2000	0,267
3000	0,600
4000	1,066
5000	1,666
6000	2,399

Observa-se que a velocidade com que o erro de esfericidade aumenta é muito maior que o erro na distância (planimétrico), e que por essa razão, o limite para se considerar a Terra plana é muito menor. Existem na tabela alguns valores para o erro muito superior ao admissivel. Isto nos leva a ter de, dependendo da distância, considerar a curvatura.

b) Limite altimétrico

Da figura :

h - altura do ponto P considerando a curvatura.

h' - altura do ponto P em relação ao plano topográfico.

Considerando que o ângulo β é muito pequeno, a diferença entre as duas alturas é o erro na altura devido a esfericidade terrestre.

$$\Delta h = h - h'$$

O erro de esfericidade pode ser calculado aplicando-se o Teorema de Pitágoras ao triângulo Omp'.

$$Op'^2 = Om^2 + mp'^2 \quad \Rightarrow \quad (R + \Delta h)^2 = R^2 + D'^2 \quad \Rightarrow \quad R^2 + 2R\Delta h + \Delta h^2 = R^2 + D'^2$$

Obs.: $R = OP$ e $\Delta H = pp'$

Pondo em evidência Δh , vem :

$$\Delta h \,.\, (2R + \Delta h) = D'^2$$

considerando que o raio da Terra é da ordem de 6.370.000 m e que o valor de Δh dentro do parentesis é neste caso desprezível, chega-se finalmente a :

$$\Delta h = \frac{D'^2}{2R}$$

$$\alpha^0 = \frac{67{,}27345^g \times 360^\circ}{400^g} \quad \therefore \quad \alpha^0 = 60{,}546105^\circ$$

Calculado o ângulo é necessário colocá-lo na forma abitual ou seja graus , minutos e segundos (1° - 60' e 1' - 60").

Então :

$\alpha = 60^\circ (0{,}5461050 \times 60)' \Rightarrow \alpha = 60^\circ\ 32{,}7663' \Rightarrow \alpha = 60^\circ\ 32'\ (0{,}7663 \times 60)''$

$\alpha = 60^\circ\ 32'\ 45{,}98''$ (60 graus, 32 minutos e 45,98 segundos)

Obs. : Observa-se que a decimalização do grado é uma questão apenas de correr a virgula já no caso do grau a sexigemalização do grau envolve a conversão do sistema decimal em sexagesimal.

d) Converter $\alpha = 213^\circ\ 24'\ 52{,}23''$ em graus decimais.

$\alpha = 213^\circ\ 24' + (52{,}23 / 60)' \Rightarrow \alpha = 213^\circ\ 24{,}8705' \Rightarrow \alpha = 213^\circ + (24{,}8705 / 60)^\circ$

$\alpha = 213{,}414508333^\circ$

e) Converter $\alpha = 125{,}67894^\circ$ em graus, minutos e segundos.

$\alpha = 125^\circ\ (0{,}67894 \times 60)' \Rightarrow \alpha = 125^\circ\ 40{,}7364' \Rightarrow \alpha = 213^\circ\ 40'\ (0{,}7364 \times 60)''$

$\alpha = 125^\circ\ 40'\ 44{,}184''$ (125 graus, 40 minutos e 44,184 segundos)

A divisão sexagesimal (grau) é muito difundida e antiga, sendo conhecida dos caldeus, egípcios, persa, chineses, etc, dada a propriedade de o hexágono se inscrever exatamente no círculo e também pela sua relação com o tempo. Por essa razão a maioria dos aparelhos de topografia utilizam esse sistema de divisão da circunferência como unidade de medida angular.

O grado muito aceito pelos povos europeus , tem origem na Primeira República Francesa, e sua utilização é muito cômoda e prática, todavia no Brasil, é raro encontrar-se equipamentos com esse sitema de medida.

3.4.1 Transformação de grau em grado e vice-versa.

Exemplos :

a) Dado um ângulo $\alpha = 39°$ transformá-lo para grados.

A solução é obtida através de um regra de três simples, ou seja :

$$39° \; - \; 360°$$
$$\alpha^g \; - \; 400^g$$

$$\alpha^g = \frac{39° \times 400^g}{360°} \quad \therefore \quad \alpha^g = 43{,}33333\ldots^g$$

ou

$$\alpha^g = 43^g\, 33^c\, 33^{cc}$$ (43 grados, 33 minutos e 33 segundos)

b) Dado um ângulo $\alpha = 67^g\, 27^c\, 34{,}5^{cc}$ transformá-lo para graus.

Inicialmente é necessário decimalizar o ângulo dado em grados ($1^g = 100^c$ e $1^c = 100^{cc}$)

$$\alpha = 67^g\, 27^c + (34{,}5 / 100)^c \quad \Rightarrow \quad \alpha = 67^g + (27{,}345 / 100)^g \quad \Rightarrow \quad \alpha = 67{,}27345^g$$

Então :

$$\alpha° \; - \; 360°$$
$$67{,}27345^g \; - \; 400^g$$

SISTEMA ANTIGO	VALOR	SISTEMA MÉTRICO
1 sesmaria de mato (légua de 6.600 m)	1/4 légua de frente por 1 légua de fundo	1.089,00 Ha
1 sesmaria de campo	1 légua de frente por 3 léguas de fundo	13.068,00 Ha
1 quadra de sesmaria	60 braças de frente por 1 légua de fundo	87,17 Ha
1 légua de sesmaria	1 légua quadrada	4.356,00 Ha
1 légua quadrada	9 milhas quadras	3.086,4136 Ha
1 milha quadrada	———	342,9348 Ha
1 Acre	4840 jardas quadradas	4.046,86 m^2

3.3. Medidas de Volume

A unidade de medida volumétrica é o metro cúbico m^3.

3.4. Medidas Angulares.

Existem dois tipos principais de divisão de arcos utilizados para medidas angulares, o grau que é um sistema sexagesimal e o grado que é um sistema centesimal.

No primeiro tipo a circunferência é devidida em 360 partes iguais e cada uma delas vale 1° (um grau). Cada grau é subdividido em 60 partes que valem 1' (um minuto) e cada minuto é subdividido em 60 partes que valem 1" (um segundo). Desta forma :

$$1° = 60' \quad , \quad 1' = 60''$$

No segundo tipo a circunferência é dividida em 400 partes iguais e cada uma delas vale 1^g (1 grado). Cada grado é dividido em 100 partes que valem 1^c (um minuto de grado) e cada minuto de grado é subdividido em 100 partes que valem 1^{cc} (um segundo de grado). Deste modo :

SISTEMA ANTIGO	VALOR		SISTEMA MÉTRICO	
1 milha brasileira	1000	braças	2.200,00	m
1 milha terrestre ou inglesa	1760	jardas	1.609,31	m
1 milha métrica	833,33	braças	1.833,33	m
1 milha marinha ou geográfica	841,75	braças	1.851,85	m
1 légua métrica	2.500	braças	5.500,00	m
1 légua marítima ou geográfica	3	milhas ou		
	2.525,25	braças	5.555,55	m
1 légua brasileira ou de sesmaria	3.000	braças	6.600,00	m

3.2. Medidas de Área ou de Superficie

A unidade de medida para superficie é o metro quadrado (m^2) ou o centiare (0,01 de are), que corresponde a um quadrado de 10 m de lado, ou sejam 100 m^2. É muito utilizado o múltiplo dessas unidades como o Km^2 e o hectare que equivale a 10.000 m^2 , que corresponde a área de um quadrado de 100 m de lado.

Não obstante serem essas as unidades oficiais, do mesmo modo que nas medidas lineares, é comum encontrar-se lugares onde ainda se utilizam o sistema antigo para designação de valores de superficies. Na tabela abaixo extraída de Espartel estão listados esses valores.

SISTEMA ANTIGO	VALOR		SISTEMA MÉTRICO	
1 palmo quadrado	64	polegadas quadradas	484,00	cm^2
1 vara quadrada	25	palmos quadrados	1,21	m^2
1 braça quadrada	4	varas quadradas	4,84	m^2
1 corda quadrada	255	braças quadradas	1.089,00	m^2
1 quadra quadrada	3.600	braças quadradas	17.424,00	m^2
1 jeira	400	braças quadradas	0,1936	Ha
1 alqueire menor (Paulista)	5.000	braças quadradas	2,42	Ha
1 alqueire geométrico (Mineiro, Goiano)	10.000	braças quadradas	4,84	Ha
1 data de campo	526.500	braças quadradas	272,25	Ha
1 data de campo	1.125.000	braças quadradas	544,50	Ha

Litros   605 m^2

3.4.1.1. Radiano

Por definição chama-se de radiano ao ângulo central que subentende um arco de comprimento igual ao do raio do círculo. Por ser uma unidade adimensional é útil na obtenção de distâncias retificadas.

Exemplo : Qual o comprimento em metros de um segmento de arco com 10° pertencente a uma circunferência cujo raio é igual a 123 m.

Da geometria sabe-se que o comprimento da circunferência é igual a $2\pi R$ onde R é o raio da circunferência e $\pi = 3{,}141592654...$

Então 360° - $2\pi R$ $\qquad d = \frac{2\pi \times 10°}{360°} 123 \Rightarrow d = 21{,}47$ m

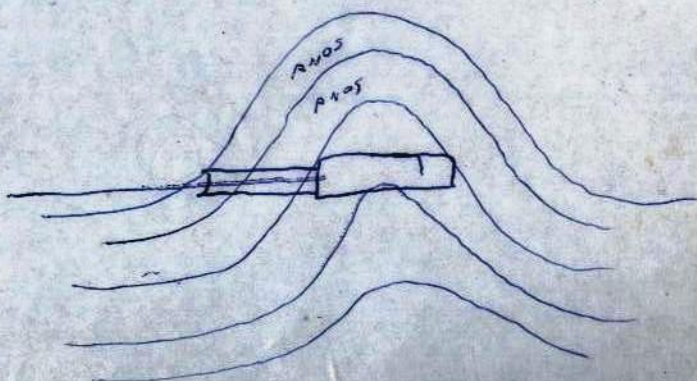
10° - d

Observa-se que para obter a distância basta transformar o ângulo para radianos e multiplicar pelo raio do arco.

ANOS
ANOS

ESCOLA TÉCNICA FEDERAL DE GOIÁS

Curso Técnico de Mineração

"Cadeira de Geologia Geral"

|02| - A TERRA - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

2.1) IDADE DA TERRA: Entende-se por idade da Terra o tempo transcorrido desde que o nosso planêta possui uma massa e um volume semelhantes aos atuais. O cálculo da idade provável da Terra foi tentado em numerosas ocasiões e por diversos métodos. Os geólogos procuraram repetidamente avaliá-la baseando-se no estudo do ritmo dos processos geológicos; por exemplo, procuraram avaliá-la a partir do tempo necessário para que se depositassem as séries sedimentares conhecidas. Este método apresenta dois defeitos básicos : por um lado, a espessura de um determinado sedimento pode ter variado depois de sua formação, devido por exemplo a uma fase erosiva; por outro lado, a velocidade de formação dos sedimentos é muito variável.

Na atualidade os métodos de datação dos materiais terrestres baseia-se na radioctividade. A partir do descobrimento da mesma por Becquerel em 1895, sabe-se que certos elementos químicos, denominados radioctivos, são instáveis e se desintegram espontaneamente e a um ritmo constante por emissão de partículas, até dar lugar a um produto estável final. A velocidade e o modo de desintegração dos elementos radioctivos são característicos em cada um deles e podem ser determinados experimentalmente. A velocidade de desintegração de um elemento radioctivo se expressa em função do seu período de semidesintegração ou de vida média, isto é, do tempo necessário para que o dito elemento reduza sua massa à metade pela transformação da outra metade em elemento estável final.

Conhecendo-se de uma amostra de rocha as quantidades de elemento radioctivo que ela contém e a quantidade do seu produto estável final, bem como o período de semidesintegração do primeiro, pode-se facilmente calcular a idade da amostra de rocha através da fórmula:

$$t = \frac{P \times \text{período de semidesintegração}}{Er.}$$

na qual "t" é o tempo de formação, "P" é o produto estável final* de um elemento radioctivo também expresso em gramas.

Foi mediante a aplicação dos métodos radioctivos que se calculou que a idade da Terra, bem como dos demais planetas do sistema solar e dos meteoritos, alcança aproximadamente 4.000 milhões de anos. Não obstante, alguns estudos dão uma idade maior, próxima dos 5.300 ou 5.500 milhões de anos.

*Tabela dos principais métodos de determinação de idade radiométrica:

Nuclídeo pai	Meia-vida(anos)	Nuclídeo filho	Minerais e rochas comumente datadas
Urânio-238	4,510 milhões	Chumbo-206	Zircão, Uraninita
Urânio-235	713 milhões	Chumbo-207	Zircão, Uraninita
Potássio-40	1,300 milhões	Argônio-40	Muscovita, Biotita, Hornblenda, Sanidina
Rubídio-87	47,000 milhões	Estrôncio-87	Muscovita, Biotita, Lepidolita, Microclina, Glauconita

2.2) CONSTITUIÇÃO INTERNA DA TERRA : A maior parte dos conhecimentos que se tem sobre o interior da Terra provém de meios indiretos. Na realidade, dos 6.300 Km que separam a superfície terrestre do seu núcleo, conseguiu- se perfurar pouco mais que 0,1% (cerca de 7 km). As rochas mais profundas conhecidas provêm das erupções vulcânicas, sem que no entanto se possa afirmar " sua exata profundidade. Os bolsões magmáticos donde se originam as lavas não se encontram a profundidades superiores a 30 km.
As melhores informações sobre o interior da Terra são fruto de estudos da " propagação das ondas sísmicas originadas pelos terremotos. Um terremoto "' transmite energia através da Terra na forma de ondas que são sentidas como tremores mesmo a uma distância considerável da origem. As vibrações da crosta são medidas com sismógrafos. Em um terremoto são produzidos três tipos de ondas sísmicas :

(a) ONDAS PRIMÁRIAS(P) - ondas longitudinais, de pequena amplitude, semelhantes às ondas sonoras. Quando estas ondas passam de uma camada de menor densidade para outra de maior densidade, a sua velocidade aumenta. Assim, desde que a densidade da Terra aumenta com a profundidade, a velocidade de propagação das ondas é mais acentuada. Porém, quando uma onda primária penetra numa camada líquida, sua velocidade diminui abruptamente e a onda sofre refração' e reflexão. Esse fenômeno resulta numa região sobre a Terra em que não são ' recebidas estas ondas (zona de sombra); tal fato foi um dos fatores determinantes da descoberta de que o núcleo da Terra está em estado de fusão. As ondas "P" viajam em velocidades que variam entre 5,5 e 13,8 km/s.

(b) ONDAS SECUNDÁRIAS(S) - ondas transversais, de modo que cada partícula vibra transversalmente à propagação da onda. As ondas "S" não se propagam através de líquidos. Sua velocidade varia de 3,2 a 7,3 km/s.

(c) ONDAS LONGAS OU DE SUPERFÍCIE(L) - oscilações ou ondas de grande comprimento, as quais se propagam na crosta da Terra somente quando as ondas P e S a atingem. São ondas lentas, com velocidade entre 4 e 4,4 km/s.

Devido às diferentes velocidades e percursos, os três tipos de ondas chegam' a um sismógrafo em tempos diversos e um simples registro, além de fornecer a localização exata do foco do terremoto, fornece dados de subsuperfície.
As velocidades mostram pronunciadas mudanças a certas profundidades no interior da Terra (Fig.). As principais estão a profundidades de: (a) 10 a 15 km, crosta; (b) 30 a 40 kms, descontinuidade de Mohorovicic; (c) 2.900 km, descontinuidade de Dahm. Estas descontinuidades significam que a Terra é constituída por uma série de capas concêntricas de materiais diferentes e, em estado físico distinto ao redor de um núcleo (Fig.). Cada uma dessas capas tem uma condutividade diferente. Como as velocidades dependem das propriedades e das densidades dos materiais através dos quais passam as ondas, as mudanças' de velocidades a diferentes profundidades são atribuídas a diferentes composições e densidades e, talvez, a diferentes estados, sobretudo no núcleo.

Fig.|

2.3) CONSTITUIÇÃO LITOLÓGICA DA CROSTA TERRESTRE:

A crosta terrestre é uma camada relativamente fina, com 20 a 30 kms de espessura em média, sendo mais espessa sob os continentes e mais fina sob os oceanos. Ela é constituída, pelo menos na porção superior, por rochas semelhantes às que afloram na superfície: Granitos, Migmatitos, Basaltos e rochas Sedimentares. Nas porções mais profundas ocorrem rochas escuras e mais pesadas: Diabásios, rochas Ultrabásicas, etc. Nos continentes predominam os primeiros tipos de rochas e nas áreas oceânicas os segundos.

Estas rochas constituem blocos ou placas de maior ou menor espessura com um comportamento como o de flutuação sobre o substrato mais denso do manto, onde ficam mais ou menos mergulhados, conforme suas espessuras e densidades médias. Assim, as altas montanhas, por serem constituídas de rochas mais leves e mais espessas, estão menos imersas no manto. Os fundos dos oceanos, por sua vez, são constituídos de rochas mais densas como os diabásios que afundam mais no manto. Este princípio é denominado ISOSTASIA. Desta forma, a crosta terrestre é composta de várias partes ou placas que sobrenadam o manto. Até uns 250 milhões de anos atrás, a maior parte dos continentes estava unida num único. Entretanto, a partir dessa época os continentes começaram a se romper lentamente formando as "placas" ou blocos independentes, que, por sua vez, são arrastados por correntes que movimentam o manto rígido-viscoso. Nessa movimentação, existem zonas onde as placas estão se afastando uma das outras e que são preenchidas por novo material proveniente do interior do manto. Em determinadas zonas, as placas colidem produzindo deformações, resultando formação de fossas tectônicas, dobramentos de espessas camadas de sedimentos, falhamentos, formação de cordilheiras, etc. São os denominados movimentos tectônicos.

A migração dos continentes continua lentamente e, hoje, por meio do raio "laser" e dos satélites artificiais, já está sendo possível determinar a velocidade e direção do deslocamento dos mesmos.

2.4) CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DA CROSTA TERRESTRE:

Para o cálculo da constituição química da crosta é necessário o conhecimento da composição e volume das diferentes rochas. Tenta-se realizar este balanço por vários meios. Clark e Washington, por exemplo, tiraram a média ponderada de numerosas análises de rochas e chegaram aos seguintes resultados:

*TABELA: COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CROSTA EM % SEGUNDO PESO E VOLUME -

Elemento químico	% segundo Peso	% segundo Volume
O	46,6	91,77
Si	27,7	0,80
Al	8,1	0,76
Fe	5,0	0,68
Ca	3,6	1,48
Na	2,8	1,60
K	2,6	2,14
Mg	2,1	0,56
TOTAL	98,5	99,79

Obs.: O restante para se completar 100% é representado pelos Elementos menores e Elementos traços, como: Ti, H, P, Mn, S, C, Cl, Rb, Ni, Cu, Au, U, Sn, etc.

2.5) CALOR INTERNO DA TERRA: GEOTERMIA

É fácil comprovar em minas e em sondagens que a temperatura dos materiais do interior da Terra aumenta com a profundidade. Em numerosos poços petrolíferos ela chega a 100ºC a uns 4.000 m de profundidade. Por outro lado, as erupções vulcânicas levam à superfície terrestre materiais a elevadas temperaturas provenientes de zonas profundas.

A Geotermia é o ramo da Geofísica que estuda o regime térmico interno da Terra, a distribuição das temperaturas na mesma, o fluxo de calor que as determina e a provável origem do calor terrestre.

Uma delgada camada da costa terrestre, que raramente ultrapassa algumas dezenas de centímetros de espessura, caracteriza-se pelo fato de que suas temperaturas dependem da temperatura existente na superfície, pelo que mostram variações diurnas e estacionais. A influência da temperatura externa é menor à medida que se aprofunda, até chegar a um certo nível, denominado "nível neutro" ou "zona de temperaturas constantes", na qual a temperatura é constante e igual à média superficial do local. A profundidade em que se encontra o nível neutro em uma zona determinada varia entre 2 e 40 m e é tanto maior quanto mais elevado seja o clima na superfície. Outros fatores que influem na localização do nível neutro são a composição das rochas, suas características térmicas, seu teor de água, etc.

Abaixo do nível neutro a temperatura aumenta com a profundidade, embora tal aumento não seja uniforme.

Para o estudo do regime térmico das zonas do interior da Terra foram estabelecidas duas magnitudes, o "Grau Geotérmico", ou número de metros que se torna necessário aprofundar na Terra para que a temperatura aumente 1ºC, e o "Gradiente Geotérmico", número de graus que a temperatura aumenta quando é atingida a profundidade de 100 metros. O Gradiente Geotérmico expressa o valor do aumento da temperatura com a profundidade.

Grau e Gradiente geotérmicos são grandezas que estão em razão inversa, pois quando o primeiro aumenta o segundo diminui e vice-versa. Nos níveis mais superficiais da crosta terrestre o valor médio do grau geotérmico é de uns 33 m, isto é, será necessário aprofundar-se esta distância para que a temperatura aumente 1ºC. A este valor do grau corresponde um valor do gradiente geotérmico de 3ºC/100 m. Como já foi dito, estes valores médios só são aplicáveis a zonas mais exteriores da crosta, pois, a serem mantidos em toda a extensão do raio terrestre, as temperaturas seriam tão elevadas que os materiais de perfuração fundiriam a apenas algumas centenas de quilômetros (tendo-se em conta que o raio terrestre é de uns 6.367 km, se o gradiente geotérmico se mantivesse uniforme conforme o valor anteriormente mencionado, no centro da Terra as temperaturas se elevariam a cerca de 200.000ºC, pelo que esta seria uma bola de fogo.

Presentemente, a maioria dos geofísicos admite que as temperaturas das zonas internas da Terra não ultrapassam uns poucos mil graus, no máximo 4.000 a 5.000ºC. Por conseguinte, o gradiente geotérmico diminui com a profundidade.

Os valores do grau e do gradiente geotérmicos de uma região determinada podem ser afetados por fatores locais, dentre os quais cabe mencionar os seguintes:

(a) Condutibilidade térmica das rochas que constituem o setor, [illegible] tanto maior o gradiente geotérmico quanto maior for a condutibilidade térmica dessas rochas;

(b) Tipo de reações e processos que ocorram nas rochas da região. Se em um setor há predominância de reações exotérmicas, isto é, com desprendimento de calor, o gradiente geotérmico aumentará, enquanto que se predominarem as reações endotérmicas, ou de absorção de calor, o gradiente diminuirá;
(c) A proximidade de massas magmáticas (rochas em estado de fusão) provocará aumentos notáveis no gradiente geotérmico devido ao fluxo de calor que elas determinam. Isto é comprovado facilmente nas regiões vulcânicas do nosso planeta, nas quais as temperaturas em profundidade são sempre muito mais altas que as temperaturas médias;
(d) Concentração de elementos radioativos nas rochas, já que em sua desintegração natural se desprendem grandes quantidades de calor que determinam um aumento do gradiente geotérmico.

Numerosos geofísicos consideram que o calor interno do nosso planeta é produto da combinação de duas causas: O resultado de um calor remanescente e do calor desprendido em reações radioativas.

2.6) CAMPO GRAVITACIONAL DA TERRA

Qualquer objeto situado na superfície terrestre ou em um certo espaço a seu redor é atraído em direção à mesma com uma força, denominada : "força de gravidade", dirigida para o centro da Terra, aproximadamente conforme um raio terrestre. A mencionada força, segundo a lei da gravidade universal de Newton, pode ser expressa pela fórmula: $F = M.m/D^2 . G$, no qual G é a constante da gravitação universal, de valor $6,67 \times 10^{-11}$ newtons.m^2/Kg^2, M é a massa da Terra ($5,975 \times 10^{24}$ t), m a massa do objeto e D a distância entre o objeto e o centro do planeta.

A força de gravidade representa a força com que a Terra atrai qualquer objeto ou massa situada em seu campo gravitacional e ao mesmo tempo corresponde ao peso da mencionada massa.

Se a Terra fosse homogênea, perfeitamente esférica e imóvel o valor da força de gravidade seria igual em todos os pontos da superfície. Sabemos que isto não ocorre, então quais seriam as causas desta variação.

Sendo a terra sujeita a um movimento em torno de seu eixo polar, um corpo qualquer situado em sua superfície tem parte neste movimento e é sujeito a uma força centrífuga que tende a afastá-lo do eixo. O peso de um corpo no equador resulta, pois, da diferença entre a atração terrestre e a força centrífuga, máxima no equador e nula nos polos. Assim uma tonelada nos polos irá pesar 995 quilos no equador.

A Terra não é perfeitamente esférica, sendo achatada nos polos, estes se situam mais próximo do centro, determinando um maior valor da gravidade. Então somando as variações da força centrífuga, com o aumento da gravidade (devido à proximidade com o centro) um corpo no polo pesa mais que no equador.

2.7) CAMPO MAGNÉTICO DA TERRA - GEOMAGNETISMO

A Terra comporta-se como um ímã gigantesco, que cria a seu redor um campo magnético, conforme o demonstra o fato de que em qualquer ponto da superfície terrestre uma agulha imantada, que possa girar livremente sobre seu centro de gravidade, orienta-se sempre em uma direção próxima da direção geográfica norte.

O campo magnético terrestre estende-se pelo espaço que rodeia a Terra por distâncias consideráveis e é o fator responsável, por exemplo, pela existência do cinturão de radiação de Van Allen.

O eixo do ímã que cria o campo magnético terrestre denomina-se "eixo geomagnético" e os pontos onde seus prolongamentos cortam a superfície terrestre denominam-se "pólos magnéticos". Já nas primeiras medições que se fizeram do campo magnético terrestre ficou comprovado que o eixo geomagnético não coincide com o eixo geográfico da Terra, mas que forma c/ ele um certo ângulo cujo valor é atualmente de uns 11,5º.

Os conhecimentos atuais a respeito do interior da Terra já propiciam uma explicação lógica para a origem do magnetismo terrestre. Com efeito, supõe-se que a Terra se comporta como um imenso dínamo no qual a parte mais interna (o núcleo), de natureza metálica (muito provavelmente férrica), transforma-se em um grande ímã por indução das correntes elétricas existentes nas zonas periféricas do mencionado núcleo (sabe-se que uma barra de ferro rodeada por um arame se magnetiza por indução quando por este passa uma corrente elétrica).

O campo magnético terrestre sofre variações de diversa intensidade e períodos, como as variações seculares, as estacionais ou anuais, as diurnas e as acidentais ou tempestades magnéticas.

Atualmente é possível conhecer certas características do campo magnético terrestre em épocas geológicas passadas através dos estudos paleomagnéticos baseados na magnetização remanescente ou fóssil que adquirem certas rochas durante seus processos de formação. Por exemplo, durante o resfriamento e consolidação de uma lava, seus componentes ferromagnéticos se orientarão conforme a direção do campo magnético existente naquele momento. Tal orientação preferencial dos componentes ferromagnéticos persistirá na posterior evolução da lava.

Os estudos de paleomagnetismo permitiram ainda conhecer que o campo magnético terrestre sofreu, através dos tempos geológicos, grandes mudanças: deslocamentos ou migrações dos pólos magnéticos e inversões na polaridade.

2.8) OS METEORITOS

Até ao término da missão Apolo XI que trasladou para a Terra materiais lunares, os meteoritos eram as únicas amostras de matéria extraterrestre de que se dispunha para efetuar análises de laboratório.

Os Meteoritos são corpos sólidos do sistema solar que se movem conforme órbitas muito elíticas ao redor do Sol e que caem com frequência sobre a Terra. O estudo destes fenômenos astronômicos foi e continua a ser de grande interesse, pois permite a obtenção de dados muito valiosos sobre a origem do sistema solar, sobre a formação dos planetas e sobre a provável estrutura interna da Terra. Os especialistas distinguem entre os Meteoróides (fragmentos de matéria indefinidos, de qualquer dimensão, que flutuam no espaço), os Meteoros (explosões visíveis de luz produzidas por um Meteoro ao atravessar a atmosfera terrestre) e os Meteoritos (fragmentos de qualquer dimensão que atravessam a atmosfera e alcançam a superfície da Terra). Caem anualmente sobre a superfície terrestre numerosos Meteoritos, a maioria dos quais se pulverizam ao atravessar a atmosfera e chegam à superfície terrestre sob a forma de pó meteórico. Todas as provas de datação radioativas efetuadas por diversos laboratórios e centros de investigação com meteoritos indicam que eles se originaram a cerca de uns 4.500 milhões de anos, isto é, muito antes do que as rochas mais antigas da crosta terrestre, cujas idades jamais superam os 3.500 milhões de anos.

Mineralogicamente, os Meteoritos são formados por duas partes principais: ligas de ferro, níquel (camacita e tenita) e silicatos (em especial olivina e piroxênios, isto é, os minerais característicos das rochas básicas e ultrabásicas). Conforme o predomínio de uma ou de outra parte, os Meteoritos dividem-se em três grandes grupos:

(1) SIDERITOS - constituídos essencialmente por uma liga de ferro (90%) e níquel (8,5%) e caracterizados por densidade elevada (7,5);

(2) SIDEROLITOS - formados pela liga ferro-níquel mais silicatos em proporções aproximadamente equivalentes, com densidade ao redor de 5;

(3) AERÓLITOS - constituídos predominantemente por silicatos, com uma densidade aproximada de 3,5 , isto é, igual à das rochas básicas da crosta terrestre.

O estudo da composição média e da frequencia dos diversos tipos de Meteoritos anteriormente descritos levou os geoquímicos a supor que o corpo ou os corpos do Sistema Solar a partir dos quais aqueles se originaram apresentavam uma estrutura zoneada, com um núcleo denso e metálico a partir do qual ter-se-iam formado os Sideritos, uma capa intermediária constituída por materiais ultrabásicos que deram lugar ao Siderolitos e uma camada superficial pouco densa da qual se originaram os Aerólitos. Considerando-se que os corpos a partir dos quais os Meteoritos se formaram deviam ser essencialmente semelhantes à Terra, foi proposta uma estrutura similar para o nosso planêta, estrutura esta que em parte foi confirmada por experiencias geofísicas.

Há pouco, o estudo da composição química de certos meteoritos, denominados Condritos carbonosos, proporcionou dados muito importantes. Do fato, estes meteoritos contêm uma fração orgânica constituída por hidrocarbonetos aromáticos e alifáticos, bem como por aminoácidos e pirimidinas , ou seja, pelos constituintes essencialmente, ou melhor, essenciais dos organismos terrestres. Tais descobertas permitem afirmar que no sistema solar ao qual a Terra pertence, e provavelmente em outros sistemas análogos, produziram-se e se produzem fenômenos de sínteses químicas de onde se originam estruturas químicas intermediárias e imprescindíveis para a gênese dos seres vivos.

O estudo dos meteorídeos, asteróides e cometas demonstra que existe uma estreita relação entre eles.

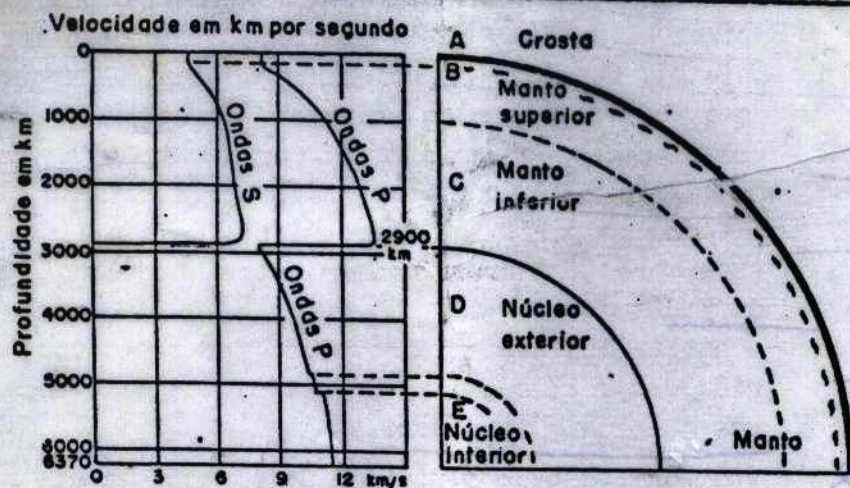



Fig. 1.2 A cada mudança de velocidade das ondas sísmicas corresponde uma das subdivisões maiores na composição interior da Terra. A porção exterior do núcleo (2 900 km) não transmite as ondas *S* porque estas não se propagam nos líquidos. Reflexões menores se observam na crosta e no núcleo interior.

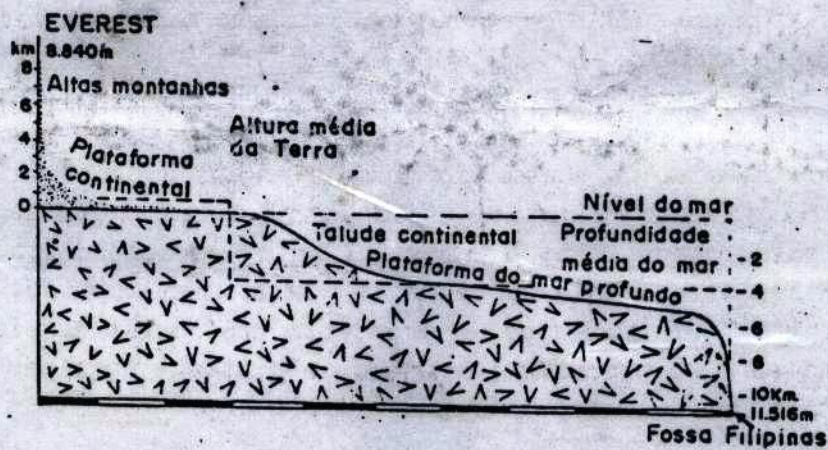



Fig. 1.3 Curva hipsográfica mostrando áreas relativas dos continentes e oceanos em diferentes altitudes e profundidades. O desnível entre a maior altitude e a maior profundidade alcança 20 000 metros.

Superfícies (em milhões de km²)		
Superfície total da Terra	510	100%
Terras emersas	149	29,22%
Ocupada pelos mares	361	70,78%

Tabela 1.2 Características da estrutura interna

Profundidade em km	Denominação	Constituição Litologia	Densidade	Temp. aprox. (°C)
15 a 25	LITOSFERA: Crosta superior	Sedimento granito (sial)	2,7	600°
30 a 50	LITOSFERA: Crosta inferior	Basalto (sima)	2,95	1 200°
1 200	Manto superior	Periodito (semelhante, assiderito)	3,3	3 400°
2 900	Camada intermediária (manto inferior)	Silicatos c/ sulfetos e óxidos (similar, meteoritos)	4,7	4 000°
6 370	Núcleo (nife)	Ferro metálico c/ Ni (similar, sideritos)	12,2	4 000°

Obs.: Note-se a densidade elevada (12,2) do núcleo, devido à alta pressão, em comparação com a do ferro (7,9).

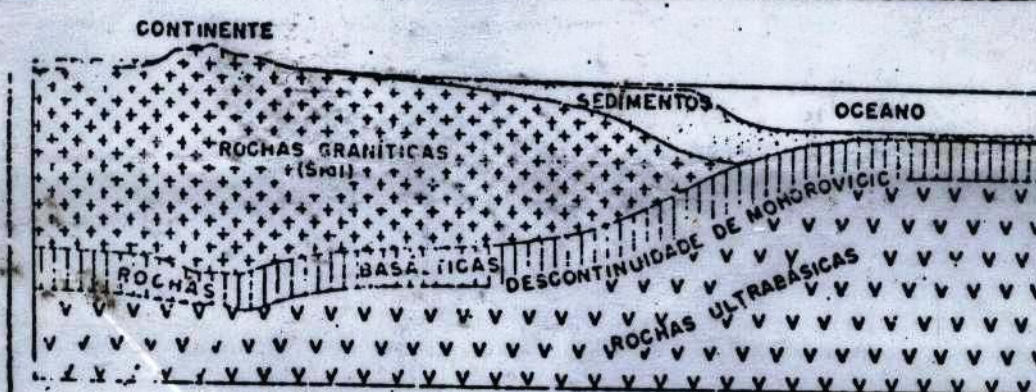



Fig. 1.4 Estrutura da crosta terrestre. (Adaptado de J. T. Wilson, 1954.)

Tabela 1.1 Estrutura da Terra

Nome	Caracteres Químicos	Caracteres Físicos
Atmosfera	N_2, O_2, H_2O, CO_2, gases inertes	Gasosa
Biosfera	H_2O, substâncias orgânicas e materiais esqueletais.	Sólido, líquido, muitas vezes coloidais.
Hidrosfera	Água doce, salgada, neve e gelo	Líquido (em parte sólida)
Crosta	Rochas normais de silicatos	Sólido
Manto	Material de silicatos (Mg, Fe)$_2$, SiO_4; alguns sulfetos e óxidos de Fe	Sólido
Núcleo	Liga de ferro e níquel	Parte exterior líquida e mais interna, possivelmente sólida

1 - NOÇÕES DE ECOLOGIA:

1.1 - HISTÓRICO

A palavra ecologia é utilizada pela primeira vez, em 1866, pelo biólogo alemão Ernst Heinrich Haeckel em seu livro "Morfologia geral dos organismos". As pesquisas sobre as relações dos seres vivos com o meio ambiente, no entanto, remontam à Antiguidade. A primeira conhecida é a "História dos animais", escrita por Aristóteles, filósofo grego do século IV a C. Estudos mais sistemáticos só começam a ser realizados no século XIX, fruto dos avanços nos diferentes campos da biologia. Os naturalistas Georges Leclerc, conde de Buffon, na França, e Alexander von Humbolt, na Alemanha, desenvolvem separadamente o conceito de meio ambiente geográfico: as características da fauna e da flora de uma região estão intimamente relacionadas com a latitude, tipo de relevo e condições climáticas existentes.

1.2 - CONCEITO

Denomina-se Ecologia o campo interdisciplinar que estuda as interações entre os seres vivos e o meio ambiente e as condições necessárias para a reprodução das diferentes formas de vida. A palavra ecologia também é usada no sentido de equilíbrio ambiental e a expressão movimento ecológico refere-se à atividade política em defesa do equilíbrio ambiental.

1.2.1 - Biosfera

A vida surge na terra há cerca de 3,5 bilhões de anos. Os primeiros organismos não passam de simples estruturas de carbono. Eles inauguram as primeiras cadeias alimentares e dão início à construção da biosfera , o espaço da superfície do planeta onde a vida é possível e que pode ser considerado um grande ecossistema. A biosfera cresce à medida que as formas de vida se multiplicam e a cadeia alimentar torna-se mais complexa. Atualmente ocupa toda a superfície, inclui as altas camadas da atmosfera, pode chegar a 5 km de profundidade na crosta terrestre e a 10 km abaixo do nível do mar, nas fossas oceânicas.

1.2.2 - Ecossistemas

Os ecossistemas são sistemas dinâmicos formados por relações de interdependência entre os fatores físicos que compõem o ambiente - a atmosfera, o solo e a água - e a flora, fauna e os microorganismos que o habitam. Esses elementos estão articulados em um ciclo vital, chamado cadeia alimentar, responsável pelo equilíbrio e reprodução do sistema. As dimensões de um ecossistema são definidas de acordo com o objetivo do pesquisador: pode ser uma grande área relativamente homogênea, como a floresta amazônica, ou uma pequena bromélia, planta que armazena em suas folhas e flores água carregada de sais e compostos orgânicos, além de inúmeros microorganismos, algas e insetos.

multiplicam-se aceleradamente. Produtos químicos não - biodegradáveis, usados para aumentar a produtividade e evitar predadores nas lavouras, matam microorganismos decompositores, insetos e aves, reduzem a fertilidade da terra, poluem os rios e águas subterrâneas e contaminam os alimentos. A urbanização multiplica esses fatores de desequilíbrio. A grande cidade usa os recursos naturais em escala concentrada, quebra as cadeias naturais de reprodução desses recursos e reduz a capacidade da natureza de construir novas situações de equilíbrio.

2.1.2 - Economia do desperdício - O estilo de desenvolvimento econômico atual estimula o desperdício. Automóveis, eletrodomésticos, roupas e demais utilidades são planejados para durar pouco. O apelo ao consumo multiplica a extração de recursos naturais: embalagens sofisticadas e produtos descartáveis não - recicláveis nem biodegradáveis aumentam a quantidade de lixo no meio ambiente. A diferença de riqueza entre nações contribui para o desequilíbrio ambiental. Nos países pobres, o ritmo de crescimento demográfico e de urbanização não é acompanhado pela expansão da infra - estrutura, principalmente da rede de saneamento básico. Uma boa parcela dos dejetos humanos e do lixo urbano e industrial é lançada sem tratamento na atmosfera, nas águas ou no solo. A necessidade de aumentar as exportações para sustentar o desenvolvimento interno estimula tanto a extração dos recursos minerais como a expansão da agricultura sobre novas áreas. Cresce o desmatamento e a superexploração da terra.

Lixo - Acúmulo de detritos domésticos e industriais não - biodegradáveis na atmosfera, no solo, subsolo e nas águas continentais e marítimas provoca danos ao meio ambiente e doenças nos seres humanos. As substâncias não - biodegradáveis estão presentes em plásticos, produtos de limpeza, tintas e solventes, pesticidas e componentes de produtos eletroeletrônicos. As fraldas descartáveis demoram mais de cinqüenta anos para se decompor, e os plásticos levam de quatro a cinco séculos. Ao longo do tempo, os mares, os oceanos e manguezais vêm servindo de depósito para esses resíduos.

Resíduos radiativos - Entre todas as formas de lixo, os resíduos radiativos são os mais perigosos. Substâncias radiativas são usadas como combustível em usinas atômicas de geração de energia elétrica, em motores de submarinos nucleares e em equipamentos médico - hospitalares. Mesmo depois de esgotarem sua capacidade como combustível, não podem ser destruídas e permanecem em atividade durante milhares e até milhões de anos. Despejos no mar e na atmosfera são proibidos desde 1983, mas até hoje não existem formas absolutamente seguras de armazenar essas substâncias. As mais recomendadas são tambores ou recipientes impermeáveis de concreto, à prova de radiação, que devem ser enterrados em áreas geologicamente estáveis. Essas precauções, no entanto, nem sempre são cumpridas e os vazamentos são freqüentes. Em contato com o meio ambiente, as substâncias radiativas interferem diretamente nos átomos e moléculas que formam os tecidos vivos, provocam alterações genéticas e câncer.

Amaça nuclear - Atualmente existem mais de quatrocentas usinas nucleares em operação no mundo - a maioria no Reino Unido, EUA, França e Leste europeu. Vazamentos ou explosões nos reatores por falhas em seus sistemas de segurança provocam graves acidentes nucleares. O primeiro deles, na usina russa de Tcheliabínski, em setembro de 1957, contamina cerca de 270 mil pessoas. O mais grave, em Chernobyl , na Ucrânia, em 1986, deixa mais de trinta mortos, centena de feridos e forma uma nuvem

1.2.3 - Cadeia alimentar

Os diferentes elementos que compõem um ecossistema cumprem papéis específicos dentro da cadeia alimentar. As plantas verdes são organismos produtores. Acionadas pela luz do sol, absorvem os compostos inorgânicos presentes na atmosfera e no solo e os transformam em compostos orgânicos, processo conhecido por fotossíntese . Os animais herbívoros são organismos consumidores. Alimentam-se das plantas (os produtores) e, por sua vez, servem de alimento para os animais carnívoros, ou predadores. Quando os dejetos desses animais são lançados no solo entram em ação os chamados organismos decompositores. Eles completam o ciclo vital: decompõem a matéria orgânica presente nos dejetos animais e plantas mortas, transformando-a novamente nos compostos inorgânicos que alimentam as plantas. O equilíbrio do ecossistema depende da realização de cada uma dessas etapas da cadeia alimentar. A drástica redução de animais predadores, por exemplo, pode resultar na proliferação dos animais herbívoros e, com isso, na escassez ou extinção de algumas espécies vegetais.

2 - DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

A superfície da Terra está em constante processo de transformação e, ao longo de seus 4,5 bilhões de anos, o planeta registra drásticas alterações ambientais. Há milhões de anos, a área do atual deserto do Saara, por exemplo, era ocupada por uma grande floresta e os terrenos que hoje abrigam a floresta amazônica pertenciam ao fundo do mar. As rupturas na crosta terrestre e a deriva dos continentes mudam a posição destes ao longo de milênios. Em consequência, seus climas passam por grandes transformações. As quatro glaciações já registradas - quando as calotas polares avançam sobre as regiões temperadas - fazem a temperatura média do planeta cair vários graus. Essas mudanças, no entanto, são provocadas por fenômenos geológicos e climáticos e podem ser medidas em milhões e até centenas de milhões de anos. Com o aparecimento do homem na face da terra, o ritmo de mudanças acelera-se.

2.1 - AGENTES DO DESEQUILÍBRIO

A escalada do progresso técnico humano pode ser medida pelo seu poder de controlar e transformar a natureza. Quanto mais rápido o desenvolvimento tecnológico, maior o ritmo de alterações provocadas no meio ambiente. Cada nova fonte de energia dominada pelo homem produz determinado tipo de desequilíbrio ecológico e de poluição. A invenção da máquina a vapor, por exemplo, aumenta a procura pelo carvão e acelera o ritmo de desmatamento. A destilação do petróleo multiplica a emissão de gás carbônico e outros gases na atmosfera. Com a petroquímica, surgem novas matérias-primas e substâncias não - biodegradáveis, como alguns plásticos.

2.1.1 - Crescimento populacional

O aumento da população mundial ao longo da história exige áreas cada vez maiores para a produção de alimentos e técnicas de cultivo que aumentem a produtividade da terra. Florestas cedem lugar a lavouras e criações, espécies animais e vegetais são domesticadas, muitas extintas e outras, ao perderem seus predadores naturais,

radiativa que se espalha por toda a Europa. O número de pessoas contaminadas é incalculável. No Brasil, um vazamento na Usina de Angra I, no Rio de Janeiro, contamina dois técnicos. Mas o pior acidente com substâncias radiativas registrado no país ocorre em Goiânia, em 1987: o Instituto Goiano de Radioterapia abandona uma cápsula com isótopo de césio - 137, usada em equipamento radiológico. Encontrada e aberta por sucateiros, em pouco tempo provoca a morte de quatro pessoas e a contaminação de duzentas. Submarinos nucleares afundados durante a 2ª Guerra Mundial também constituem grave ameaça. O mar Báltico é uma das regiões do planeta que mais concentram essa tipo de sucata.

GRAVIDADE E ISOSTASIA

Se aterra fosse homogênea , perfeitamente esférica e imóvel o valor da gravidade seria igual em todos os pontos da superfície terrestre. Quais seriam então as causas que interferem na variação da gravidade ?

Como a terra esta sujeita a um movimento de rotação qualquer corpo situado em sua superfície toma parte deste movimento e esta sujeito à uma força que tende a afasta-lo de eixo. O peso de um corpo no equador resulta , pois , da diferença entre a atração terrestre e a força centrífuga máxima no equador e mínima nos pólos. Assim uma tonelada no polo irá pesar 995 quilos no equador.

A terra não é esférica, sendo achatada nos pólos , este se situam mais próximo ao centro da terra , determinando um maior valor da gravidade . Embora o efeito seja muito menor que o primeiro , ambos se somam.

Os resultados das medidas gravimétricas mostram que a gravidade apresenta valores diferentes conforme a natureza topográfica da região , sendo maiores as anomalias nas regiões de grandes montanhas . Nos oceanos e nos platôs continentais ela é homogênea e em borá pareça estranho , possui um valor maior que o medido nas regiões de grandes elevações. Dever-se-iam esperar resultados contrários pela menor densidade da água e pela maior massa encontrada nas montanhas . Baseado nesta discrepância aventou-se a seguinte teoria: os continentes com suas elevações seriam constituidos de rochas mais leves e o substrato dos oceanos , de rochas mais pesadas . Dá-se o nome de isostasia ao estado de equilíbrio dos blocos continentais siálicos que flutuam no substrato mais denso do manto.

TEMPERATURA NO INTERIOR DA TERRA

Túneis e sondagem mostraram que a temperatura aumenta progressivamente para o interior da Terra . De um modo geral , até uma profundidade de 10 a 20 metros , a temperatura é influenciada pela média anual . e daí para baixo , aumenta continuamente. Designa-se grau geotérmico ao número de metros em profundidade na crosta terrestre necessários para haver o aumento de temperatura de 1°C.

Nas áreas afetadas pòr vulcanismo recente , graças a maior proximidade do magna , o grau geotémico é menor . Pôr outro lado nas áreas cicatrizadas e estáveis desde o pré-cambriano como é o caso de grande parte do território brasileiro , o grau geotérmico é maior.

MAGNETISMO TERRESTRE

Há séculos o homem usa a bússola , aproveitando do fato de o globo agir como um grande imã . O campo magnético na superfície terrestre é dividido em dois componentes o horizontal e o vertical . Assim , uma agulha magnética é atraída pelo pólos magnéticos da terra e é também atraída para o interior do globo terrestre . Quanto maior for a

GRAVIDADE E ISOSTASIA

Se aterra fosse homogênea , perfeitamente esférica e imóvel o valor da gravidade seria igual em todos os pontos da superficie terrestre. Quais seriam então as causas que interferem na variação da gravidade ?

Como a terra esta sujeita a um movimento de rotação qualquer corpo situado em sua superficie toma parte deste movimento e esta sujeito a uma força que tende a afasta-lo de eixo. O peso de um corpo no equador resulta , pois , da diferença entre a atração terrestre e a força centrífuga máxima no equador e mínima nos pólos. Assim uma tonelada no polo irá pesar 995 quilos no equador.

A terra não é esférica, sendo achatada nos pólos , este se situam mais próximo ao centro da terra , determinando um maior valor da gravidade . Embora o efeito seja muito menor que o primeiro , ambos se somam.

Os resultados das medidas gravimétricas mostram que a gravidade apresenta valores diferentes conforme a natureza topográfica da região , sendo maiores as anomalias nas regiões de grandes montanhas . Nos oceanos e nos platôs continentais ela é homogênea e em borá pareça estranho , possui um valor maior que o medido nas regiões de grandes elevações. Dever-se-iam esperar resultados contrários pela menor densidade da água e pela maior massa encontrada nas montanhas . Baseado nesta discrepância aventou-se a seguinte teoria: os continentes com suas elevações seriam constituidos de rochas mais leves e o substrato dos oceanos , de rochas mais pesadas . Dá-se o nome de isostasia ao estado de equilíbrio dos blocos continentais siálicos que flutuam no substrato mais denso do manto.

TEMPERATURA NO INTERIOR DA TERRA

Túneis e sondagem mostraram que a temperatura aumenta progressivamente para o interior da Terra . De um modo geral , até uma profundidade de 10 a 20 metros , a temperatura é influenciada pela média anual . e daí para baixo , aumenta continuamente. Designa-se grau geotérmico ao número de metros em profundidade na crosta terrestre necessários para haver o aumento de temperatura de 1°C.

Nas áreas afetadas pòr vulcanismo recente , graças a maior proximidade do magna , o grau geotémico é menor . Pôr outro lado nas áreas cicatrizadas e estáveis desde o pré-cambriano como é o caso de grande parte do território brasileiro , o grau geotérmico é maior.

MAGNETISMO TERRESTRE

Há séculos o homem usa a bússola , aproveitando do fato de o globo agir como um grande imã . O campo magnético na superficie terrestre é dividido em dois componentes o horizontal e o vertical . Assim , uma agulha magnética é atraída pelo pólos magnéticos da terra e é também atraída para o interior do globo terrestre . Quanto maior for a

03.03.99

proximidade do pólo , maior será sua força de atração. No equador magnético as forças exercidas pelo pólos norte e sul são iguais e contrárias , portanto se anulam , havendo , pois , somente a componente horizontal . Aí a agulha permanecerá em posição horizontal e nos pólos , em posição vertical . Nas regiões intermediária , o ângulo formado pela agulha com o plano horizontal , será maior quanto mais próximo a agulha estiver do pólo e a este ângulo dá-se o nome de **inclinação magnética** . O desvio sofrido pela agulha magnética em relação a linha norte sul geográfica é chamada **declinação magnética.**

IDADE DA TERRA

As estimações sobre a idade da terra basearam-se durante muito tempo , em extrapolações sobre a velocidade de fenômenos geológicos atuais , transferindo seus resultados para o passado. Todas estas extrapolações foram sempre da mais inseguras pela precariedade das premissas e pela sua extrapolação sobre um tempo demasiadamente longo. Pôr estas razões , possuem hoje apenas interesse histórico.

Com o evento dos estudos modernos sobre a radioatividade , tornou-se possível a determinação do tempo que leva para dar-se a transmutação de um elemento em outro , o que se dá pela mudança do número atômico , com a perda de elétrons , mais partículas do próprio núcleo do átomo e energia sob a forma de radiação Existem elementos que se transformam em fração de segundos , enquanto outros levam milhares de anos para se transformar . São estes que interessam à Geologia . Fato importante é que as condições de alta temperatura e pressão não modificam o ritmo da transformação, o que permite a avaliação da idade das rochas submetidas inicialmente àquelas condições. Fala-se em **meia vida** de um elemento com base no seguinte motivo: tanto faz se parta inicialmente de um grama ou alguns quilos de um elemento que se inicie no seu processo de desintegração , porque os átomos se vão desintegrando em todas as partes do corpo inicial tendo ele o peso que tiver. Uma vez transcorrido um tempo T , denominado **meia vida** ,a massa inicial estará transformada em outra . Após **2T** , a metade restante do elemento original desintegra-se novamente , remanescendo uma quarta parte do original, e assim pôr diante

CONSTITUIÇÃO LITOLÓGICA DA CROSTA TERRESTRE

A crosta terrestre é constituida de rochas, isto é, agregados naturais formdo de um ou mais minerais . Distingue-se três tipos de rochas de rochas, segundo sua gênese, rochas **magmáticas, sedimentares e metamórficas**

As rochas de origem magmáticas (podendo ter sido transformadas em metamorficas) constituem serca de 95% do volume total da crosta terrestre, mas ocupam apenas 25% da sua superfície, enquanto que as rochas sedimentares mais as metasedimentares contribuemapenas com 55 do seu volume , mas cobrem 75% da superfície da crosta.

CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DA CROSTA TERRESTRE

24.3.99 código de Mineração → CFEM { união / estado / município } (I)

Art. 4. Considera-se JAZIDA toda massa individualizada de substância mineral ou fóssil, aflorado à superfície ou existente no interior da terra e que tenha valor econômico e mina a jazida em lavra, ainda que suspensa.

Art. 11 Serão respeitados na aplicação dos regimes de direito autorização, licenciamento e concessão;

a) O direito de prioridade a detenção da autorização de pesquisa ou de registro de licença atribuído ao interessado cujo requerimento tenha por objeto área considerada livre, para a finalidade pretendida à data de protocolização do pedido no DNPM, atendidos os demais requisitos cabíveis estabelecido neste código.

b) O direito a participação nos resultados da lavra em valor correspondente ao dízimo do imposto 1 básico (imposto único) IUM sobre minerais aplicável, exclusivamente às concessões outorgadas após 14 de março de 1967

→ 1º código surgiu 1938/39

sendo apresentado dentro do prazo ao DNPM (III)

caso aprove -> o mesmo aprovará e publicará no DOU

teremos o prazo de 1 ano para apresentar ao DNPM o novo documento chamado PLANO DE APROVEITAMENTO ECONOMICO DA JAZIDA (PAE)

propor qual o procedimento de extração e produção
Tantas Ton/ano,
mão-de-obra.

que eu pretendo

dando então caso aprovado será a PORTARIA DE LAVRA (por Tempo indeterminado)
↓
regime de concessão

=> este Tempo é durante o regime de autorização

---

durante (PAE) deve-se apresentar a sua anexa do processo <- * licença ambiental *

---

outro caso -> argila [optar pelo regime de licenciamento -> ou seja obter autN do proprietário]

requerimento + certidão, escritura ou contrato ou autN do proprietário + licença da prefeitura local

---

entregar ao DNPM -> análise -> registro da licença
-> prazo variável
apresentar a licença ambiental

Para o cálculo da constituição química da crosta terrestre é necessário o conhecimento da composição e volume das diferentes rochas.

A composição química da crosta terrestre em % segundo peso e volume pode ser assim descrito: O=46,6 - Si=27,7 - Al=8,1 - Fe=5,0 - Ca 3,6 - Na=2,8 - K=2,6 - Mg=2,1.

Estruturas Perturbadas (atectônicas)

São perturbações locais de pequena amplitude, afetando pequenas áreas e são comumente manifestadas sob a forma de dobramentos.

Estruturas Perturbadas (tectônicas)

Generalidades

Dedicaremos um capítulo para epirogênese e outro para orogênese. Daremos aqui apenas as definições.

Epirogênese: são movimentos de subida ou de descida de grandes áreas da crosta terrestre de modo lento. Caracteriza-se por um reajustamento isostático de áreas, dominando-se assim os movimentos verticais lentos, por vezes seculares. Eles possuem características especiais, como a de não afetar as estruturas antigas, podendo porém apresentar falhamentos marginais por causa do esforço diastrófico (são reversíveis).

Orogênese: movimento diastrófico que se desenvolve com maior intensidade, dando aparecimento a montanhas atingindo uma área menor (são irreversíveis).

Os esforços causam modificação no volume de uma rocha, na forma ou em ambos, dependendo:

a) duração do esforço
b) intensidade do esforço
c) plasticidade da rocha.

As rochas, em condições de proximidades da superfície são mais susceptíveis da ruptura ao passo que em grandes profundidades são susceptíveis da deformação plástica, isto porque a plasticidade aumenta com a profundida (temperatura mais elevada - grau geotérmico, facilitando a mobilidade intermolecular entre as partículas que compõem a rocha, permitindo maior deformação plastica).

Temos dois tipos de pressões a considerar sobre um bloco de rocha:

a) Pressão Litostática ou confinante, semelhante á pressão hidrostática, que atua em todos os sentidos.

b) Pressão dirigida que é responsável pelas deformações. Esta última pode ser no sentido perpendicular a um plano qualquer da rocha e obliquamente em relação a qualquer plano quando recebe o nome de esforço tangencial.

As rochas calcárias e as argilosas são mais susceptíveis de se deformarem plasticamente. Os arenitos ou quartzitos, - são mais passíveis de se romperem, embora ocorram, certos quartzitos altamente dobrados sem sinal de ruptura, graças ao aumento das condições de pasticidade com a temperatura nas regiões mais profundas e lentidão do processo deformador, permitindo a acomodação dos seus constituintes.

Deformação elastica: Quando a rocha é submetida a um esforço de compressão ou de tensão ela se deforma mas volta à posição inicial após cessar a pressão.

EXEMPLOS DE ROCHAS METAMÓRFICAS:

- quartzito é uma rocha derivada do metamorfismo;
- itabirito é uma variedade do quartzito que possui, além de quartzo, grande quantidade de hematita;
- Mármore provém do calcário ou do dolomito;

Os sedimentos argilosos transformam-se nas seguintes rochas, citadas em ordem crescente, quanto ao rigor do metamorfismo:

- Ardósia;
- Filito;
- Cloritaxisto;
- Micaxisto;
- Anfibólio-xisto;
- Gnaisse.

CORDI/mmbp/83.

ESCOLA TÉCNICA FEDERAL DE GOIÁS
CURSO DE MINERAÇÃO
DISCIPLINA: EXPLORAÇÃO MINERAL

FALHAS

PERTURBAÇÕES DAS ROCHAS:

Generalidades:

A estrutura de uma rocha é característica do processo genético e das condições físicas, químicas e físico-químicas do ambiente em que foi formada. Por exemplo, as rochas sedimentares, em geral, apresentam-se dispostas em estratos paralelos ou muito pouco inclinados em relação ao plano horizontal, sendo este tipo de estratificação caracterizado pelas condições de deposição como profundidade, correntezas, influências biológicas, etc.

Portanto, uma rocha é formada com características texturais e estruturais próprias de seu ambiente de formação, mas podem ocorrer mudanças nestas condições iniciais, mascarando ou destruíndo os caracteres pré-existentes.

Estruturas não perturbadas:

Trata-se de estratos formados inicialmente inclinados, sem contudo terem sofrido qualquer perturbação. Podemos citar: os cones aluviais próximos às regiões montanhosas, onde o substrato rochoso é inclinado e os sedimentos inicialmente depositados obedecem esta inclinação: os depósitos deltaicos, nos quais ocorrem três tipos de camadas, dispostas em ângulos diferentes (vide assunto sobre deltas). A inclinação das camadas frontais... (foreset) determina com as horizontais de cima a estratificação cruzada que é muito frequente em camadas arenosas depositadas por águas correntes. Formam-se pelas variações nas correntezas, que podem escavar depressões, em cujos lados novas camadas dispor-se-ão em posição oblíqua às horizontais pré-existentes ou posteriores a elas. O ângulo vertical destas camadas varia de 15 a 30 graus, e a posição da inclinação indica o sentido da correnteza antiga, constituindo um importante elemento paleogeográfico, Finalmente, citaremos as dunas onde os estratos se inclinam de 30 a 35º (ângulo de repouso das areias) no plano do sotavento, o que possibilita, igualmente, a constatação da direção e sentido que sopraram os ventos.

O diagnóstico no campo, de tais estruturas é fácil quando se trata de camadas de pequenas dimensões. Em caso contrário o problema se torna mais complexo.

Leinz, Viktor - cita ocorrências de um contacto dos sedimentos glaciais com uma elevação do antigo substrato granítico, no sul do Brasil. Os etratos foram dispostos paralelamente à superfície arredondada da elevação granítica donde a aparência falsa de um dobramento originado pela intrusão da massa granítica.

flexão brusca de um rio, desviando no sentido da falha e passando a um rumo mais definido pela falha.

5) <u>Mudança brusca de solo e vegetação</u> – muitas vezes uma linha de falha separa litologias diferentes e, consequentemente, solos e vegetações também diferentes.
Como sabemos, a vegetação é um produto do solo e este é função da litologia e do clima.
Fig. 10-20.

<u>Feições Geológicas Associadas a Falhamentos</u>.

1) <u>Descontinuidade de camadas</u> = as camadas de rochas perdem a continuidade junto ao plano de falha. Fig. 10-21.

2) <u>Omissão de camadas</u> – Em falhas normais, pode-se ocorrer a omissão de uma ou mais camadas quando se perfura sobre o plano da falha. Fig. 10-22.

3) <u>Repetição de camadas</u> – em falhas inversas, uma perfuração sobre o plano irá perfurar duas vezes a mesma camada. Fig. 10-23.

4) Brecha de falha e Milonito – Brecha é um tipo de conglomerado em que as partes componentes (blocos) são angulosos e não diferem da matriz, circunstância esta, em que a brecha se compões de material idêntico ao das rochas encaixantes. Fig. 10-24.

<u>Milonito</u> – é uma rocha de granulação finíssima, cor escura, resultante de movimentos e forças tectônicas com posterior cimentação por soluções ascendentes, muitas vezes portadoras de minerais úteis.

5) "<u>Drag de falha</u> – as camadas junto ao plano de falha, devido ao atrito produzido por ocasião do deslocamento dos blocos tendem a tomar a atitude do plano de falha dando origem a pequenas dobras que recebem o nome de "drag". Fig. 10-25.

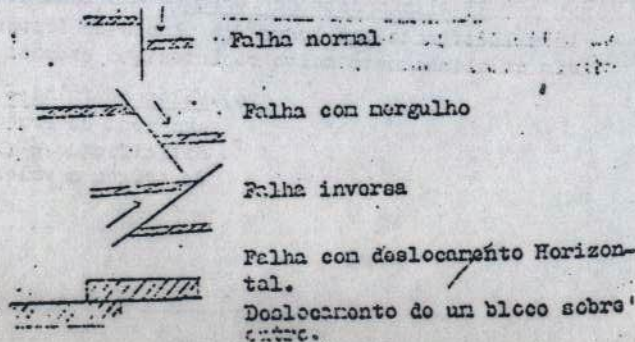
Alguns símbolos de falhas.

Falha normal

Falha com mergulho

Falha inversa

Falha com deslocamento Horizontal.
Deslocamento de um bloco sobre outro.

ESTUDO TÉCNICO

LEIA cuidadosamente o tópico "Perturvações Tectônicas", após responda:

1 - DEFINA.

1. MOVIMENTO OROGENÉTICO:

2. MOVIMENTO EPIROGENÉTICO:

3. Quais são os dois tipos de pressão que provocam tipos diferentes de deformações nas rochas?

4. Que é diaclase ou junta?

5. Dê a definição de Falha.

ESTUDE com atenção o texto apresentado no tópico "ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DAS FALHAS" e "CLASSIFICAÇÃO DAS FALHAS".

Responda em seguida as seguintes questões.

II -1. Defina "teto" e "muro" de uma falha.

2. Defina "rejeito direcional".

3. Que é "espelho de falha"?

Deformação plástica: Num estágio de pressão a deformação passa a ser plástica, isto é rocha continua com aquela deformação após cessar o esforço.

Ruptura: é o estágio final quando ultrapassa o limite do plasticidade

Os esforços podem ser por:
- Compressão
- tensão
- Cisalhamento

Diaclases ou Juntas

São planos de rupturas sistematicamente orientados e espaçados com regularidade. Como já vimos, as rochas da crosta terrestre, quando submetidas a um jogo de pressões podem reagir plástica ou rigidamente, dando origem a flexuras e fraturas respectivamente, Portanto quando não há movimento dos blocos ao longo dos planos de fraturas estas denominam-se de juntas ou diáclases.

Falhas:

São fraturas das rochas da crosta terrestre ao longo das quais deram-se movimentos relativos dos blocos (deslocamentos ao longo dos planos de fratruras). As dimensões das fraturas, bem como os deslocamentos dos respectivos blocos são de milímetros, até muitas centenas de metros. As falhas podem ser originadas por esforços tectônicos (compressão e tensão) ou atectônicos (queda de cavernas provocadas pela dissolução de rochas da subsuperfície, vulcanismo, acomodação de sedimento plásticos, argilosos ou turfoses (contém turfa). graças ao peso das camadas superiores).

Os melhores exemplos de falhas aqui no Brasil são encontrados no Recôncavo Baiano, como a grande falha de Salvador.

Elementos Geométricos da Falha

1) Plano de falha - é a superfície ao longo da qual se dá o deslocamento dos blocos. Por esta superfécie ser um plano, nós podemos determinar a sua altitude. Fig. 10-10.

Muitas vezes o atrito causado pelo movimento produz uma superfície lisa, podendo ter um brilho bem nítido graças ao polimento produzido pela fricção, é o que denominamos de espelho de falha ou "Slickenside", Além do polimento pode ocorrer estrias ou caneluras que são formadas por grãos mais duros e salientes que riscam a superfície de deslocamento. Estas estrias conjugadas com a rogosidade escalonada indicam o sentido do movimento da falha.

2) Linha de Falha - é a linha que resulta da intersecção do plano de falha com a superfície do terreno. Nos mapas elas aparecem como linhas retas ou algo sinuosas. Esta linha pode separar litologias diferentes. Fig. 10-11.

2) <u>Falha inversa ou de empurrão</u> (Thrust fault) - é aquela em que o teto sobe em relação ao muro. São produzidas por esforços de compressão. Em geral, o mergulho do plano de falha deve ser menor que 45º. Fig. 10-15.

3) <u>Falha de recobrimento ou "overthrust-fault"</u> - é uma falha de empurrão, em que o plano de falha tem, em geral, um ângulo menor que 10º e o teto tende a deslocar-se por longas distâncias sobre o muro. Fig. 10-16.

4) <u>Falha horizontal ou de cisalhamento "strike slip fault"</u>- é a aquela em que o deslocamento é paralelo à direção da falha. Fig. VII (folha anexa). O exemplo mais citado é o da falha de Santo André na Califórnia.

Quando o plano da falha for vertical nós dizemos que o bloco A baixou em relação ao bloco B, que permaneceu estacionário ou subiu.

<u>SISTEMAS DE FALHAS</u>

1) <u>Graben ou Fossa Tectônica</u> - é uma depressão estrutural alongada ocasionada por falhamentos. Trata-se de uma estrutura regional. No Brasil podemos mencionar, o "Half Graben" do recôncavo. Fig. VIII. Na Europa o Rio Reno.

Rift-valley (vale de afundamento) - é um graben de grande comprimento, correspondente a um vale topográfico que se fez sede de sedimentação. Exemplo: Vale do Paraíba, Mar Morto, Mar Vermelho.

2) <u>Horst ou Muralha</u> - é uma elevação estrutural alongada ocasionada por falhamento. É, portanto, um bloco geralmente alongado que foi levantado em relação aos blocos vizinhos. Fig. VIII.

<u>Feições Topográficas Associadas a Falhamentos</u>

1) <u>Escarpa de falha</u> - é a escarpa formada no momento do falhamento, junto à falha. Fig. (1) folha anexa.

2) <u>Escarpa de linha de falha</u> - é uma escarpa já afastada do local do falhamento pela ação erosiva. É o caso mais comum de escarpas. Na Fig. 2, temos uma escarpa de linha de falha resequente, isto é, a escarpa concorda com o bloco elevado. Na fig. 3 a escarpa está formada no bloco que abaixou, é uma escarpa obsequente.

3) <u>Alinhamento de Morros</u> - Uma zona de falhamento é comumente silicificada ao longo dos planos de fratura, originando-se assim um alinhamento muito resistente à erosão. Fig. 10-18.

4) <u>Vales de falha</u> - uma zona de falha é uma zona de fraqueza que quando não silicificada é facilmente erodida, dando origem a vales de falha. Fig. 10-19.

4. Defina, elustrando com figuras de sua autoria as falhas "ornal" e do "empurrão".

5. Que é falha de rejeito direcional?

6. Defina: a) Fossa ou Graben; b) "horst"

7. Comumente, durante os falhamentos, ocorre o esfacelamento das rochas situadas no plano de falha ou próximas ao mesmo. Tal processo é designado de.......................... se, em vez do esfacelamento, ocorrer pulverização das mencionadas rochas, resultará, comumente uma rocha de granulação finíssima, cujas partículas são cimentadas por sílica e outros componentes. Tal rocha é designada de........ ....;caso o fraturamento for menos intenso, originam-se rochas parcialmente quebradas com fragmentos angulosos, denominadas de.....................de..... ....

8. Cite os principais modos de expressão das falhas da superfície terrestre, nos locais indicados pelas letras abaixo:

a)

b)

c)

d)

e)

(I)

Data: / /

Quarta feira 03.03.99

S. 208 ⇒ FEMAGO

legislação →

Constituição federal

→ Art 5 → todos são iguais perante a lei sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no país a inviolabilidade do direito à vida ... nos sgts termos ...

Art: 20 São da união bens:

IX os recursos minerais, inclusive os do subsolo:

Ar 22º Compete privativamente a união legislar sobre

XII Jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia

Art 23: É competência comum da União dos Estados do Distrito Federal e dos municípios

Registrar acompanhar e fiscalizar as concessões de direito de pesquisa e exploração de recursos Hídricos e minerais em seus Territórios

Art 24 Compete à união aos estados e ao distrito federal legislar concorrentemente sobre

VI florestas, caça, pesca, fauna

conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção ao meio ambiente e controle da poluição

JANDAIA

vulcanismo, plutonismo

ESCOLA T'ÉCNICA FEDERAL DE GOIÁS
CURSO DE MINERAÇÃO
DISCIPLINA: GEOLOGIA

(CE)

Chapada do Araripe -> Vulcanismo
* FECAL
BSB

EPIROGÊNESE E ORIGEM DAS MONTANIIAS

I - INTRODUÇÃO

A observação direta da natureza revela que a crosta terrestre é dotada de movimentos. Os terremotos são exemplos claros de que a crosta não é imóvel. A observação de um corte de estrada mostra que os pacotes rochosos foram deformados.

Os movimentos da crosta são denominados tectônicos, mas este tectonismo pode ser de dois tipos:

- Orogenético
- Epirogenético

Esses são tipos extremos que se distinguem do seguinte modo:

1- O movimento orogenético - é relativamente rápido e quando se manifesta geralmente deforma (dobra e/ou falha) as camadas rochosas. Os terremotos são os movimentos orogenéticos mais rápidos que se conhece. Os terremotos e o vulcanismo são apenas sinais anteriores ou posteriores de um tectonismo orogenético mais amplo, a orogênese propriamente dita, que é a elevação de uma vasta área dando origem a grandes cadeias de montanhas. Assim, os terremotos e vulcanismo andinos são sinais posteriores ao levantamento de uma grande cadeia de montanhas que são os Andes. Ao contrário, o vulcanismo e os sismos da faixa que vai de Java ao Japão são sinais precursores de uma grande cadeia de montanhas que se elevará naquela área.

2 - O movimento epirogenético - caracteriza-se por ser lento, abranger áreas continentais e não ter competência para deformar (não cria falhas ou dobras) as estruturas rochosas.

Não estão relacionados nem ao vulcanismo nem aos sismos; ao contrário, eles são mais comuns em áreas relativamente estáveis da crosta terrestre. Devido a essas características a epirogênese tem diagnóstico mais delicado e seu estudo é mais recente.

Assim, podemos caracterizar orogênese para as áres instáveis da crosta. Daí advêem duas correntes científicas: os catastrofistas, que admitem uma movimentação constante da crosta e os fixistas que admitem os movimentos, mas negam sua constância, considerando os movimentos como arrítmicos.

Fixações I

I.1 - Orogênese é movimento tectônico de caráter rápido causando dobras ou falhas nas camadas rochosas - ex. vulcanismo e os sismos (terremotos) causando elevações de vastas áreas originando cadeia de montanhas

I.2 - Epirogênese é movimentos tectônicos de caráter lento abrangendo áreas continentais

I.3 - São adjetivos próprios da orogênese: ______

I.4 - Sabe-se que os Andes resultaram de uma orogênese porque os vulcões e os terremotos na região são sinais posteriores a sua formação característicos.

I.5 -Podemos antever que na região do extremo sudeste asiático se elevará uma cadeia de montanhas porque devido aos sinais precursores de vulcanismo e sismos na cadeia da região do Japão.

I.6 - Catástrofistas e fixistas se diferenciam porque os últimos negam a constâncias dos movimentos Terrestres considerando acríticos

I -EPIROGÊNESE

A epirogênese (do grego epiros = continente) atinge áreas de dimensões continentais, formando arqueamentos, entumescências ou abaciamentos de grandes conjuntos geológicos. Esses arqueamentos podem ser maiores num ponto e menores em outros, como podem ser levantamentos num lugar e abaixamentos em outros. A lentidão desses movimentos dificulta seu conhecimento e precisa-se também de um ponto de referência fixo para que se possa medir a extensão da epirogênese.

As principais análises de epirogênese são feitas à beira-mar, tanto porque o nível do mar pode ficar fixo durante muito tempo como porque os movimentos de subida e descida do nível do mar são bem conhecidos.

Os movimentos do nível do mar são chamados movimentos eustáticos, podendo ser de dois tipos:

a) Transgressão quando o nível do mar se eleva sobre um litoral fixo resultando invasão das águas nos continentes;

b) Regressão, quando o nível das águas abaixa-se sobre uma plataforma litorânea fixa.

Em ambos os casos não houve a epirogênese porque quem moveu foi o mar. As causas de variação do nível do mar são conhecidas:

- a) Tectonismo submarino (modificando a forma do vaso oceânico);
- b) Modificação paleoclimáticas (retendo água no continente sob a forma de gelo ou derretendo esse gelo, como no Cenozóico do Hemisfério Norte).

Isto patenteia a dificuldade de pesquisa dos movimentos epirogenéticos.

Há, todavia, inúmeras provas de epirogênese sem possibilidade de mascaramento por eustasia. A mais significativa é a deposição de sedimentos marinhos em bacias sedimentares continentais. Assim, há muitas bacias desse tipo preenchidas com sedimentos especiais que não se encontram nas orlas litorâneas próximas, indicando claramente que o continente se abaixou permitindo a penetração de mar epicontinental no interior da bacia. A existência de sedimentos continentais superpostos aos marinhos indica a epirogênese positiva da bacia.

Há inúmeros outros exemplos da espirogênese, muitos confirmados por medidas topográficas. eis alguns:

a) Na Suécia há um levantamento de 19 cm em cada 50 anos e na Holanda um abaixamento de 30 cm em 100 anos;

b) Na península Escandinávia há um levantamento de 1 metro por século;

c) No norte da alemanha há sinais de arados junto à praia, mostrando que uma região de cultura foi afogada pelo mar;

d) Na Inglaterra há turfeiras (que só se formam sobre o continente) submersas a 40 metros de profundidade;

e) Na Holanda um dique baixou 1 metro em 270 anos.

A explicação mais corrente sobre a epirogênese é baseada na isostasia.

Fixações II

II.1 - Que são movimentos eustáticos?
movimentos do nível do mar ajudando na compreensão da epirogênese ser dois tipos : Transgressão e Regressão

II.2 - Explique o eustatismo por tectonismo submarino.
O vaso oceânico a partir de movimentos Tectônicos pode ficar + fundo abaixando o nível ou subindo.

II.3 - Explique como pode haver uma regressão por modificações paleoclimáticas.

II.5 - Faça uma crítica à afirmação do item e do texto.

II.6 - Faça um resumo da teoria da isostasia.
estado de equilíbrio dos blocos continentais siálicos que flutuam no substrato mais denso do manto

III - TIPOS DE MONTANHAS

A orogênese é um movimento que se caracteriza sobretudo por sua competência em deformar (dobrar e/ou falhar) as estruturas rochosas. As falhas e dobras podem ser devidas a perturbações tectônicas ou serem de origem atectônica. As perturbações tectônicas estão associadas à orogênese e a orogênese, por sua vez está associada, via de regra, ao problema de origem das montanhas. Vale dizer: as rochas deformadas por dobras ou por falhas de origem tectônica o foram durante época em que um movimento orogenético transformou sedimentos que jaziam em regiões baixas em altas montanhas. Analisando-se a origem das montanhas pode-se entender melhor o mecanismo de orogênese.

Quando se divide a terra em grandes regiões estruturais distingue-se inicialmente:

a) Continentes e grandes bacias oceânica que se subdividem em:

b) Grandes conjuntos estruturais como escudos e bacias estruturais que, por sua vez, se subdividem em:

c) Grandes unidades estruturais que se subdividem em:

d) unidades tectônicas elementares como maciços, montanhas, fossas e horst.

Observando esta classificação vê-se que o termo montanha, de acepção popular, pode designar tanto um conjunto de serras dentro de uma unidade tectônica elementar quanto a uma grande cordilheira dentro de um continente.

Num Atlas Geográfico qualquer, as montanhas são designadas em função da altitude em relação ao nível do mar. Mas isto é apenas um elemento descritivo e não explicativo. Nesse estudo trata-se, sobretudo, de conceito geológico de montanhas, em que o elemento de gênese seja prevalente.

Tecnicamente designa-se por montanha apenas as Cadeias de Montanhas (Ing. Mountains Ranges; Fr. Chanes de Montagnes), como sendo uma região elevada cuja estrutura montanhosa corresponde a um geossinclineal emerso. Assim, montanha não tem relação de forma, de relevo ou de altitude, mas sim uma relação com a estrutura das rochas e com sua origem. Nesse sentido, seriam montanhas os Alpes, os Cárpatos, as Montanhas Rochosas, o Himalaia, os Andes, a Serra do Espinhaço (Brasil). E não seriam montanhas a Serra da Mantiqueira, a Serra do Mar ou da Borborema. Fora desse conceito técnico podemos encontrar outras elevações, maiores ou menores, de origens as mais diversas.

Se abandonado o conceito técnico de montanha, encontram-se elevações ou conjunto de levações que não são ligadas ao geossinealismo, mas têm sua gênese ligada a outros tipos de fenômenos geológicos. São exemplos:

1 - MONTANHAS DE ORIGEM VULCÂNICA - essas montanhas são formadas pela acumulação de material expelido das partes internas da terra. Suas forma mais esquemática é a cônica, com material acumulando-se em torno da cratera. Mas a constituição desse material varia conforme o tipo de vulcão.

Assim, as montanhas formadas nos vulcões havaianos são constituídas apenas de lavas; outros vulcões, como o Paracutin, formam montanhas de material piroclástico; um terceiro tipo de montanha vulcânica é mista, intercalando lavas e material piroclástico, como o Vesúvio.

2 - MONTANHAS RESULTANTES DA EROSÃO - muitas regiões da terra foram aplainadas pela erosão até se trasnsformarem em regiões planas. Depois que alcançam esse estágio de aplainamento final podem ser atingidas por nova fase erosiva, quer por uma modificação climática, o que altera o regime dos rios, quer por sofrerem epirogênese, o que altera o perfil dos rios. Novos talvegues são esculpidos e, de

plana que era, a região passa a ter relevo movimentado como fosse mesmo uma montanha.

Essa nova erosão começa a atacar a região plana pelas bordas, de modo que logo se forma uma grande escarpa erosiva. O exemplo clássico é o "Grand Canyon" do rio Colorado. No Brasil as escarpas erosivas são numerosas e bem típicas; a Serra Geral, do Planalto Basáltico do sul, é o melhor exemplo. O Planalto está sendo dissecado pelos rios Pelotas, Uruguai e Jacuí, dando desníveis erosivos de até 1.000 metros entre os leitos desses rios e o topo aplainado superior.

3 - MONTANHAS PRODUZIDAS POR FALHAMENTOS - algumas regiões depois de aplainadas, são atingidas por tectonismo que fragmenta a área em vários pedaços e desloca uns em relação a outros, criando grandes escarpas tectônicas com desníveis topográficos que geram aspectos de montanha. o vale do Paranaíba, separado por duas áreas montanhosas (Serra do Mar e Serra da Mantiqueira), é um exemplo brasileiro de montanhas afetadas por falhamento.

Fixações III

III.1 - As montanhas de origem vulcânica são formadas pelos seguintes tipos de material, com exemplos regionais:

por lavas -> montanhas do Havaí
material piroclástico -> Paricutin
lavas mais material piroclástico -> Vesúvio

III.2 - Sabe-se que as montanhas de origem vulcânica são de curta duração. Com o que você aprendeu nesse texto, como poderia ser explicado isto?

o material é facilmente desgastável com a ação do tempo.

III.3 - Faça um desenho esquemático de uma montanha de erosão.

IV - GEOSSINCLINAL

As cadeias de montanhas, no seu sentido técnico, são aquelas geradas principalmente por dobramentos, sendo esses dodobramentos ligados diretamente a forças orogenéticas de grande intensidade e raio de ação. São exemplos de cadeias de montanhas: Alpes, Apeninos, Cárpatos, Cáucaso, Himalaia, Andes e Montanhas Rochosas.

Estas cadeias de montanhas estão ligadas ao tectonismo orogenético cenozóico. Anteriormente ao Cenozóico, principalmente durante o Précambriano, a orografia da terra teve outras cadeias de montanhas agora aplainadas pela erosão, como as Serras do Espinhaço, do Mar e Mantiqueira.

Todas as cadeias demontanhas, em sentido técnico, possuem algumas analogias importantes:

a) Os materiais que formam essas cadeias de montanhas foram todos depositados, originalmente, no fundo do mar;

b) a extensão das cadeias de montanhas é muito menor que quando eram fundo de mar. Isto indica que a crosta terrestre sofreu um deslocamento horizontal e um enrugamento;

c) As cadeias de montanhas tem todas uma construção bilateral, isto é, as dobras tem sempre duas direções opostas, não necessariamente simétricas;

d) A zona central é mais sujeita à ação magmática e ao metamorfismo;

e) A distribuição geográfica das cadeias de montanhasmostra que elas são compostas geralmente por arcos suaves, sucessivos, estreitos e muito longos;

f) Finalmente, é importante assinalar que as cadeias de montanhas derivam de um geossinclinal, cuja evolução dá às cadeias de montanhas muitas características de analogia.

O geossinclinal é um conceito complexo, que envolve uma série de fenômeno que vão desde uma região propícia a receber sedimentos no fundo do mar, até o soerguimento desses sedimentos e sua trans-

IV.7 - Dê as características de cada fase da evolução do geossinclinal.

pré orogênica - mar raso, sedimentação intensa
orogenética inicial - sedimentação acelerada, sed. FLYSCH, parte já ao nível do mar
orogenética principal - já emerso, sed. de molassa, dobramentos intensos magmatismo ácido
pós orogenética - mov. isostáticos ativ. magmáticas intermediárias e básicas

V - CAUSAS DAS FORÇAS OROGENÉTICAS

Durante muito tempo supôs-se que a subsidência dos sedimentos dos geossinclinais fosse proporcional ao peso desses sedimentos. Sabe-se hoje que isto não é verdadeiro e que o geossinclinal está localizado em uma região específica da crosta terrestre que tem a tendência à subsidência. Todavia, não se conhece, senão hipoteticamente, porque apenas algumas regiões são propícias à subsidência.

Há uma segunda questão ligada aos geossinclinais de muito mais difícil solução: qual a origem da gigantesca força capaz de transformar espessos pacotes de sedimentos de um geossinclinal em uma vasta cadeia de montanhas? As teorias que procuram explicar essas forças e seus mecanismos são as hipóteses geotectônicas. A maior dificuldade de essas hipóteses serem comprovadas está no fato das forças estarem ligadas ao interior da terra, ainda mal conhecida.

O terreno é meramente especulativo.

As inúmeras hipóteses são agrupáveis da seguinte forma:

1 - Hipótese da contração - é a mais antiga delas, e foi sendo re-elaborada, ao longo do tempo, por muitos especialistas. Baseia-se no princípio de que a terra perde calor, continuamente, da crosta para o núcleo. Assim, depois de perder calor, a crosta consolidada teria de adaptar seu novo volume ao núcleo ainda aquecido. Nessas condições o núcleo se fraturaria e flutuaria sobre o material fluido. Apesar de constantes reformulações essa é a menos aceita das teorias geotectônicas.

2 - Teoria das correntes magmáticas - é, a cada dia, mais aceita. Está baseada no princípio de que a crosta sólida é muito delgada em relação à espessura de material magmático fluido. Logo, se esta massa fluida se movesse ela arrastaria os fragmentos da crosta, lançando uns contra os outros, comprimindo os geossinclinais e invertendo seus sedimentos a ponto de transformá-los em cadeia de montanhas.

O magma se moveria por diferenças térmicas entre suas várias partes, gerando mecanismos de convecção térmica com modificações na densidade, à semelhança da convecção térmica em água. Aplicando-se a teoria das correntes magmáticas aos geossinclinais, o que causaria a subsidência, a subsidência levaria o piso do geossinclinal a romper-se, o que explicaria o magmatismo. O magmatismo difunde seu calor entre os sedimentos, o que torna o conjunto mais frio e mais leve, o suficiente para levantar o geossinclinal, transformando-o em cadeia de montanhas.

3 - A hipótese das migrações continentais (teoria de Wegener) - é muito sugestiva e muito difundida entre o público em geral. Está baseada na isostasia e nas semelhanças dos recortes dos contornos continentais. Assim, Wergener supôs que todos os continentes de hoje foram reunidos em apenas um grande e hipotético continente, que denominou Pangéa; o Pangéa ter-se-ia desmembrado pouco a pouco, até que no final do Mesozóico todos os continentes já teriam desligado o suficiente para assumirem a posição em que hoje se encontram.

Há muitas sugestões e fatos indicativos da possiblidade de os continentes terem uma base comum, mas as explicações sobre as forças capazes de fazerem os continentes leves do sial boiarem e viajarem sobre o estrato pesado do sima são consideradas insuficientes. Com efeito, Wegener supôs que essa força fosse derivada da rotação da terra, que faria os continentes migrarem dos polos para o Equador. Nesse deslocamento os geossinclinais seriam comprimidos de uma lado e seus sedimentos lançados sobre um outro continente localizado no lado oposto.

Fixações V

V.1 - Qual a finalidade das teorias geotectônicas?

Serve p/ explicar a formação e deformações existentes na crosta terrestre.

V.2 - Como se explica a subsidência dos geossinclinais?

formação em uma cadeia de montanhas.

O geossinclinal está localizado próximo a uma e, às vezes mais de uma região continental. Essa região, chamada ante-país, é erodida e fornece material para encher o geossinclinal. A velocidade máxima desta sedimentação de 1m em 30.000 anos. sabe-se que no meio do geossinclinal a espessura dos sedimentos pode chegar até 12.000m, diminuindo rapidamente para as bordas.

A sedimentação do geossinclinal é feita em águas rasas, a uma profundidade média de 900 metros. Essa profundidade de sedimentação independe da profundidade inicial do vaso oceânico que irá receber os sedimentos. Sabe-se, hoje que na medida em que ocorre a sedimentação há também uma subsidência, mantendo o nível de águas rasas. Êsse fenômeno não se deve ao peso dos sedimentos, mas à característica própria de geossinclinal.

Assim, por nisostasia, a cada subsidência ocorre um levantamento do ante-país e recrudesce a erosão e logo, a sedimentação. A subsidência do geossinclinal cria outros fenômenos correlatos, dos quais o magmatismo varia conforme a fase de evolução do geossinclinal.

A EVOLUÇÃO DO GEOSSINCLINAL

A subsidência não é contínua nem regular em um geossinclinal. Ao contrário, é lenta e irregular. Isto é refletido nas variações de fácies, tudo indicando um sobe-e-desce contínuo, intercalando movimentos de sedimentação, paradas e erosão.

Êsse conjunto de características pode ser sintetizado pelas seguintes fases:

1) Fase pré-orogênica - realizada em mar raso, com sedimentação intensiva e subsidência;

2) Fase orogenética inicial - subsidência e sedimentação localmente aceleradas, sedimentação de flysch. Algumas partes aparecem acima do nível do mar. Intenso magmatismo de caráter básico.

3) Fase orogenética principal - dobramentos intensos e magmatismo do caráter ácido. Sedimentação em molassa, já totalmente emerso.

4) Fase pós-orogenética - caracterizada por movimentos isostáticos e atividades magmáticas intermediárias e básicas.

Esses são alguns conceitos simples sobre geossinclinal. O tema continua a ser investigado e a presente abordagem é apenas inicial.

Fixações IV

IV.1 - Que é um ante-país?

região continental que fornece material, a partir da erosão, para o geossinclinal

IV.2 - Alinhe as principais analogias entre as cadeias de montanhas.

Cs - igual padrão * material de todos provém originalmente no fundo do mar * Todos tem uma construção bilateral * zona central + sujeita ao metamorfismo e a ação magmática

IV.3 - Defina geossinclinal.

depressão alongada situada nas bordas continentais cujo o fundo s/a a subsidência por tempos geológicos relativamente ~~grandes~~ + longo permitindo a acumulação de grandes espessuras de segmentos que posteriormente se dobram e se elevam formando cadeias de montanhas.

sujeito

IV.4 - Distinga geossinclinal, anticlinal e sinclinal.

Sa: dobras rochas mais antigas no seu núcleo

Sat: dobras cujos flancos abrem p/ cima tendo as rochas mais novas no seu núcleo.

IV.5 - Qual a causa da subsidência em um geossinclinal?

a pressão tangencial causada pelo distanciamento das placas tectônicas

IV.6 - Qual a variação do magmatismo ao longo da evolução do geossinclinal?

fase orogenética inicial ocorre intenso magmatismo de caráter ~~ácido~~ básico
orogenética principal magmatismo de caráter ácido
pós-orogenética - atividades magmáticas intermediárias e básicas

Classificação dos Minerais de acordo com a composição química

A classificação dos minerais se baseia na tabela internacional de H. STRUNZ. Esta se divide em nove classes, veja tab.1. Cada classe apresenta um grupo aniônico, o qual caracteriza a semelhança química dos minerais nela representados.

A fórmula química de um mineral, de acordo com STRUNZ, mostra o grupo aniônico característico em colchetes. Os ânions F^-, Cl^-, OH^- são separados dos complexos aniônicos através de uma barra (/) dentro dos colchetes:

Ex.: Topásio $Al_2[(F, OH)_2/SiO_4]$

Em geral são minerais raros com elevada apreciação devida normalmente às propriedades físicas de cor, brilho, dureza, transparência

- nesosilicatos
- inosilicatos
- tectosilicatos
- ciclosilicatos
- sorosilicatos
- filosilicatos

Tab. 1: Classificação química dos minerais
(De acordo com STRUNZ)

Classe	Exemplos
1. Elementos	Metais: Cu, Ag, Au, Pt, Hg Semi-metais: As, Sb, Bi Subst. Simples: C (diamante e grafita, S, Se, Te
2. Sulfêtos	Galena PbS Esfarelita ZnS
3. Halogênios	Halita NaCl Fluorita CaF_2
4. Óxidos e hidróxidos	Coríndon Al_2O_3 Quartzo SiO_2
5. Nitratos, carbonatos e boratos	Calcita $CaCO_3$ Dolomita $CaMg[CO_3]$ Cerusita $PbCO_3$ Rodocrosita $MnCO_3$
6. Sulfatos, cromatos, molibdatos, wolframatos	Barita $BaSO_4$ Anidrita $CaSO_4$ Scheelita $CaWO_4$
7. Fosfatos, arseniatos e vanadatos	Apatita $Ca[(F,Cl,OH)/(PO_4)_3]$
8. Silicatos	* Composto por seis sub-grupos
9. Minerais orgânicos	Whewelita $Ca[C_2O_4].H_2O$

classificação química dos minerais

1 Elementos

2. Sulfêtos

3- Halogênios

4. óxidos e hidroxidos

5- Nitratos, carbonatos e boratos

6. Sulfatos, cromatos, molibdatos, wolframatos

7- Fosfatos, arseniatos e vanadatos

8. silicatos

9- Minerais orgânicos.

O grupo dos silicatos

A importância deste grupo mineral é devida a freqüência que os seus minerais aparecem na crosta terrestre e também devida ao número de importantes aplicações do ponto de vista técnico e econômico.

Os silicatos possuem uma estrutura semelhante, resultante da combinação de grupos $[\overset{4+}{Si}\overset{2-}{O_4}]^{4-}$, veja fig.1.

obs: (-8+4 = 4-)

De acordo com a combinação dos grupos $[SiO_4]^{4-}$, temos os seguintes silicatos:

1/ O grupo dos Silicatos é importante devida a frequência que os seus minerais aparecem na crosta terrestre e também devida ao numero de importantes aplicações do ponto de vista técnico e econômico..

É importante devida a frequência que os seus minerais ~~aparecem~~ aparecem na crosta terrestre e também devida ao número de importantes aplicações do ponto de vista técnico e economico

1. NESOSILICATOS: silicatos com apenas um grupo $[SiO_4]^{4-}$ isolado.

Ex.: Olivina $(Mg,Fe)_2[SiO_4]^{*}$, importante mineral máfico (escuro) formador de rochas máficas e ultramáficas. Principal formador do manto superior da terra.

Ex.2: minerais deste grupo usados como gemas:

a) Zircão $Zr[SiO_4]$

b) Topásio $Al_2[(F,OH)_2 / SiO_4]$,

c) Grupo das Granadas:

- Piropo $Mg_3Al_2[SiO_4]_3$, granada incolor
- Almandina $Fe_3Al_2 [SiO_4]_3$, granada geralmente vermelha,
- Grossular $Ca_3Al_2[SiO_4]_3$, várias cores entre o amarelo e laranja,
- Andradita $Ca_3Fe_2[SiO_4]_3$,

tipos de Silicatos:

- Nesosilicatos:
- Sorosilicatos
- ciclosilicatos
- Inosilicatos
- tectosilicatos

Nesosilicatos
Sorosilicatos
ciclosilicatos
Inosicatos
tectosicatos.

2. SOROROSILICATOS: se caracterizam pela combinação de dois grupos de $[SiO_4]^{4-}$, o que leva à composição $[Si_2 O_7]^{6-}$.

Obs. : são pouco frequentes na crosta.

Ex.: Epidoto

3. CICLOSILICATOS: São anéis silicáticos, resultantes da combinação de grupos $[SiO_4]^{4-}$ (veja fig.1)

Ex.: Berilo $Al_2Be_3[Si_6O_{18}]$

4. INOSILICATOS:

Cadeia simples: Piroxênios $CaMg[Si_2O_6]$, estes apresentam um ângulo de clivagem de aproximadamente 90°, observado no microscópio;

* os piroxênios são importantes formadores de rochas ultramáficas.

Cadeia dupla:

Anfibólios: apresentam um ângulo de clivagem de aproximadamente 120º, observado no microscópio.

* Mineral importante deste grupo é a horblenda, pois é o mais frequente. Aparece em rochas magmáticas e metamórficas.

5. FILOSILICATOS

Os minerais deste grupo apresentam uma clivagem perfeita típica, na qual "placas ou planos" de minerais são clivados ou separados em superfícies planas e lisas.

Ex.: Importantes minerais formadores de rochas fazem parte deste grupo:

- micas: frequente em rochas magmáticas, com a muscovita (clara) e a biotita (escura);
- cloritas: frequente em rochas metamórficas;

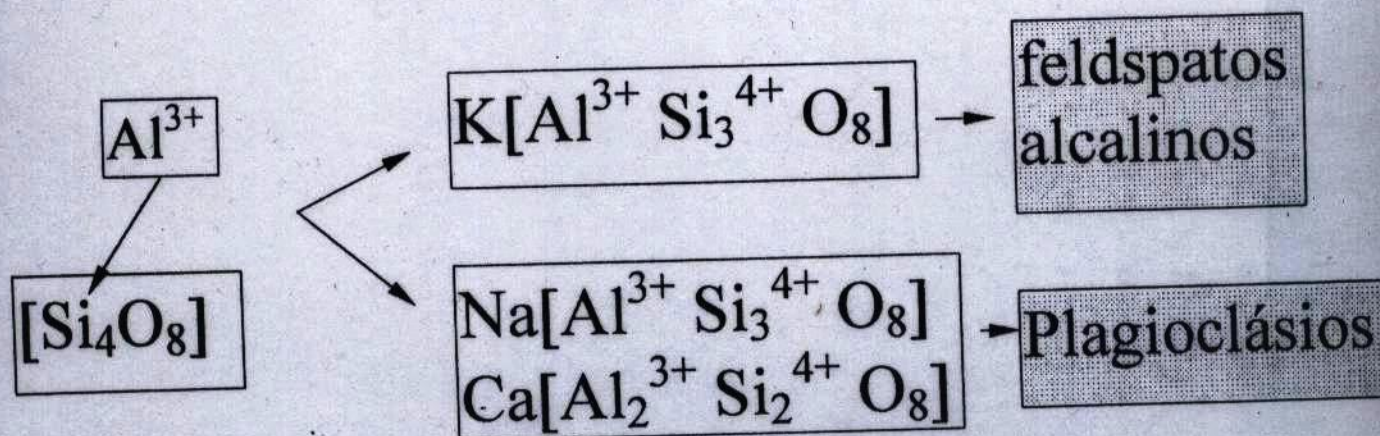
- Talco: frequente em rochas metamórficas.

6. TECTOSILICATOS

Onde as unidades de $[SiO_4]^{4-}$ se combinam de modo a formar uma estrutura tridimensional (veja fig.1).

- SiO_2 - Quartzo pode ser enquadrado neste grupo, além do de óxidos, devido à essa estrutura.
- Feldspatos: resultam da substituição de Si^{4+} por Al^{3+} na estrutura $[SiO_2]$, resultando:
  - onde $[SiO_2]$ x 4= $[Si_4O_8]$

Al^{3+} → $[Si_4O_8]$

- $K[Al^{3+} Si_3^{4+} O_8]$ → feldspatos alcalinos
- $Na[Al^{3+} Si_3^{4+} O_8]$, $Ca[Al_2^{3+} Si_2^{4+} O_8]$ → Plagioclásios

Tipos de rochas

De acordo com a gênese as rochas podem ser classificadas em três grandes grupos:

- Rochas magmáticas ou ígneas;
- Rochas sedimentares;
- Rochas metamórficas.

FREQÜÊNCIA DAS ROCHAS

Magmáticas: 64,7%

Metamórficas: 27,4%

Sedimentares: 7,9%

No volume de 64% do grupo de rochas magmáticas participam as seguintes rochas:

- basaltos e gabros: 42,5%
- Granodiorito e diorito: 11,2%
- Granito: 10,4%
- Sienitos, peridotitos e dunitos: 0,6%

- Rochas magmáticas ou ígneas
- Rochas sedimentares
- Rochas metamórficas.

Classificação das rochas magmáticas

- Plutônicas: rochas formadas em profundidade. Estas podem ser:
  - félsicas (claras): com Quartzo e feldspatos como minerais formadores.
  - máficas e ultramáficas (escuras): com minerais de piroxênio, olivina, anfibólios, micas.

- Vulcânicas: rochas formadas em superfície, podem ser:
  - félsicas (claras): com Quartzo e feldspatos como minerais formadores.
  - máficas (escuras): com minerais de piroxênio, anfibólios, micas.

1 De a classificação das rochas magmaticas?

plutônicas: rochas formadas em profundidade.
Estas podem ser:
felsicas (claras): com Quartzo e feldspatos
como minerais formadores

Vulcânicas: são rochas formadas dan superficie.
elas podem ser:
máficas (escuras) com minerai de
piroxênio, anfibólios e micas.

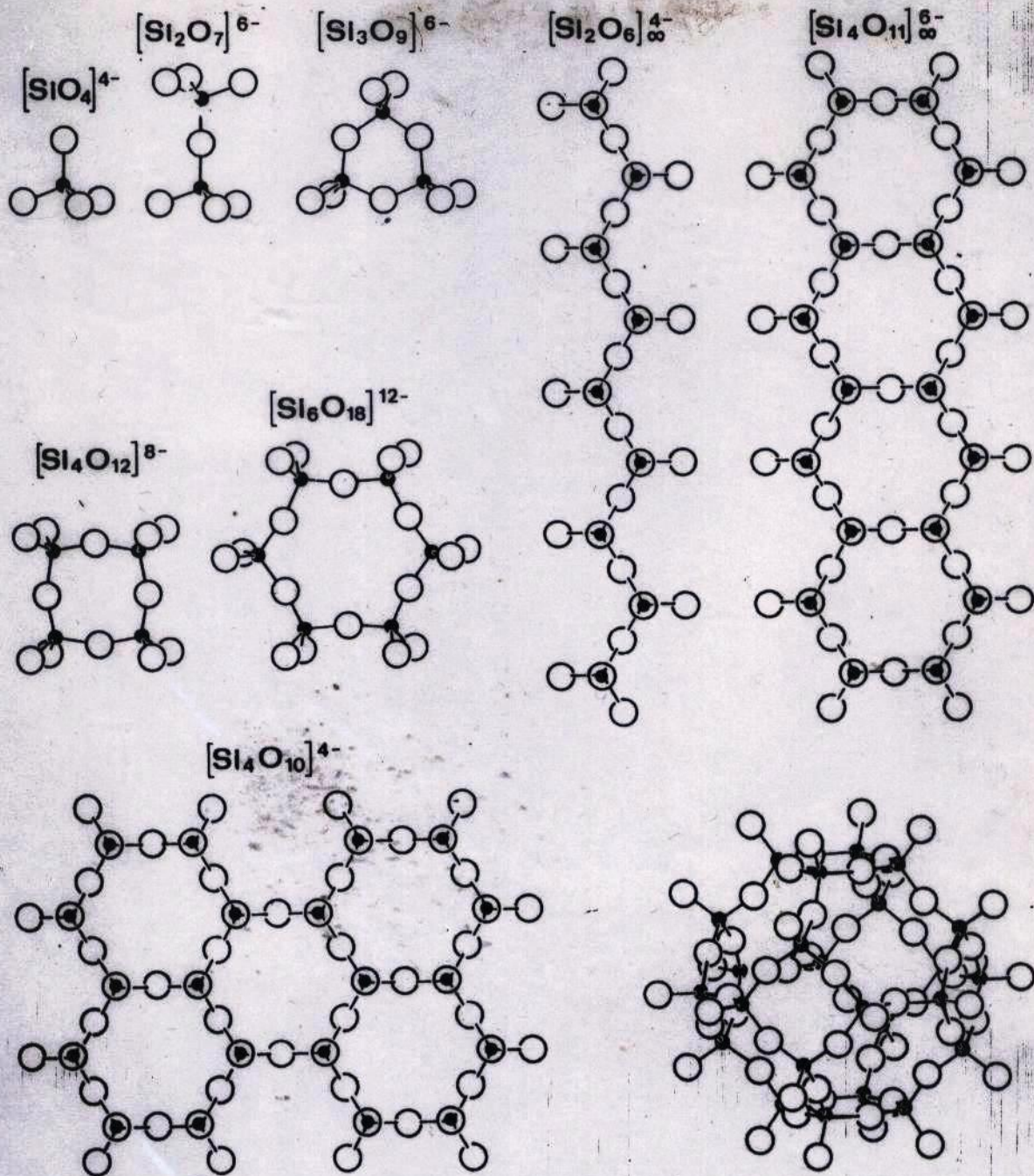



Abb. 50. Die Bauprinzipien der Silikatstrukturen (s. Text)

Die Substitution von Si^{4+} durch Al^{3+} erfolgt wie jeder andere Ersatz ungleich hoch geladener Ionen durch einen elektrostatischen Valenzausgleich, d.h. durch einen Ausgleich der entstandenen Ladungsdifferenz. Die Höhe der Substitution des Si^{4+} durch Al^{3+} kann in den verschiedenen Silikatstrukturen das Verhältnis 1 : 1 nicht überschreiten. Ein Übergang von Alumosilikaten zu Aluminaten kommt daher nicht vor.

Fig. 1

Mineralogia Química

É o — *Ciência que estuda a composição química e a estrutura dos minerais.*

Mineral:

Pode ser definido como substância homogênea, sólida, de origem natural, que ocorre na terra, na lua e em meteoritos. Com poucas exceções como por exemplo Wewellita $CaC_2O_4.H_2O$ (oxalato de cálcio) e mercúrio(Hg), são minerais substâncias inorgânicas e cristalinas.

1/ como pode ser definido o mineral?
Como uma substância homogênea, sólida, de origem natural, que ocorre na terra, na lua e em meteoritos
É a ciência que estuda a composição química e ~~a estrutura~~ dos minerais.
como ~~uma~~ substância homogenea, sólida com estrutura de origem natural, que ocorre na terra
→ pode ser definido como substância homogenea, sólida, de origem natural, que ocorre na terra, na lua e em meteoritos.

pode ser definido como uma substância heterogenea, sólida, de origem natural, que ocorre na terra na lua e em meteoritos.
É a ciência que estuda a composição química [...]tura dos minerais

– **Gemas ou pedras preciosas:**

Em geral são minerais raros, com elevada apreciação devida normalmente às propriedades físicas de cor, brilho, dureza, transparência, etc. Além de minerais podem ser classificadas como gemas os corais, conchas, pérolas, âmbar, sendo que estes últimos se tratam de substâncias orgânicas.

Em geral são minerais raros, com elevada apreciação devida normalmente propriedades físicas de cor, brilho, dureza e transparência, etc. além de minerais podem ser classificados como gemas os corais, conchas, pérolas e âmbar, sendo que

Mineralóides:

Em livros americanos são classificadas substâncias minerais não cristalinas como "mineralóides". Ex.: Opala, obsidiana (vidro vulcânico), Hg.

São minerais raros com elevada apreciação devida normalmente às propriedades físicas de cor, brilho, dureza, transparência, etc.

que os dois últimos trata-se de uma substância orgânica.

Em geral são minerais, com elevada apreciação, devida normalmente as propriedades físicas de cor, brilho, dureza e transparência, além de minerais podem ser considerados como gem
corais, conchas, pérolas, âmbar, sendo

Tipos de Minerais:

São conhecidos em torno de 3500 tipos diferentes de minerais.

Minerais formadores de rochas:

Devido à alta frequência com que alguns minerais aparecem na crosta terrestre, temos os denominados "minerais formadores de rochas". Dentre eles podem ser citados 10 tipos de minerais:

Freqüência mineral na crosta terrestre	
Plagioclásios	39%
Alcalifeldspatos	12%
Quartzo	12%
Piroxenio	11%
Amfibóleo	5%
Micas	5%
Olivina	3%
Argilas	4,6%
Calcita/Dolomita	2%
Magnetita	1,5%

plagioclasios
alcalifedspato
piroxenio
quatzo
micas
agila
calcita/dolomita
magnetita
anfiboleo
olivina

calcita /dolomita
argila
anfiboleo
alcalifdspatos
plagioclasios
piroxênio
quatzo

olivina
magnetita
micas
- argila
- plagioclásios
- alcalifeldspato
- anfiboleo
- piroxênio
- quatzo
- micas
- olivina

- alcalipdesfpatos + olivina
- plagioclasios + calcita/dolomita
- quartzo = magnetita
- piroxenio
- anfibióleo
- argila
+ micas

Minerais acessórios:

São aqueles que podem ocorrer numa rocha, mas de maneira geral em pequena freqüência, como exemplos destes minerais temos, granada, berilos, turmalinas, apatita, andalusita, etc.

Ocorrência dos minerais:

Os minerais aparecem em **paredes de** bolsões ou fraturas, ou intercrescidos nas rochas.

Intercrescimento: os minerais formadores da rocha cresceram simultaneamente e devido a consequente disputa de espaço, apresentam em geral uma **textura de grãos** ou **Textura xenomorfa**.

Ex.: A textura do quartzo no Granito é xenomorfa.

- são aqueles que podem ocorrer numa rocha
mas de maneira geral com pequena freqüência
como exp — Granada, berilos, turmalinas, apatita e

São minerais formadores de rochas que cresceram simultaneamente, e devido a consequente disputa de espaço apresentam em geral uma textura de grãos ou textura

como se deu o

Desenvolvimento de facetas externas e crescimento do mineral:

Isto foi devido ao espaço livre existente ao redor dos minerais, quando estes cresceram, por exemplo em uma fratura ou bolsão. ***A textura destes é denominada Idiomorfa.***

Ex.: gemas

Drusa:

Associação de minerais de mesma espécie sobre uma mesma base.

Geodo ou bolsão:

São corpos de forma arredondada existentes nas rochas, preenchidos parcialmente ou totalmente com minerais.

Frequentemente apresentam dentro, nas paredes internas, cristais, como por exemplo os geodos com ametista do sul do Brasil.

Rocha:

Agregado mineral heterogêneo, com estrutura geralmente de grãos. A composição mineral depende do tipo de rocha. As rochas são caracterizadas pela sua composição mineralógica e química, sua estrutura e gênese.

A crosta terrestre e lunar é composta por rochas.

Os meteoritos são consideradas amostras de rochas provenientes de outros planetas.

Bibliografia

LEPREVOST; Química analítica dos minerais.

MATTES; 1990; Mineralogie; Springer Verlag.

ESCOLA TÉCNICA FEDERAL DE GOIÁS

CURSO DE MINERAÇÃO

Disciplina: MINERALOGIA (Profº. Roberto C. Mendonça)

* Estudo Dirigido

Ana Helena

Cristalografia

Natureza dos Cristais

Um *cristal* pode ser definido como um sólido poliédrico limitado por faces planas que exprimem um arranjo interno ordenado de átomos ou moléculas. No estudo da estrutura interna das substâncias pelas técnicas dos raios X, dá-se menos ênfase às faces do cristal; considera-se um *cristal* como um corpo caracterizado por uma extensão de espaço tridimensional mais ou menos rígida de uma unidade característica de estrutura interna. Faz-se distinção entre as *substâncias cristalinas* e as *amorfas*. Estas últimas apresentam arranjo fortuito dos átomos ou das moléculas.

Dando-se ênfase à presença ou à ausência das faces do cristal, aplicam-se as seguintes distinções: os cristais *euédricos* possuem um conjunto de faces completamente desenvolvidas; os cristais *subédricos* exibem desenvolvimento parcial das faces; nos grânulos *anédricos* não estão presentes as faces do cristal.

Um *cristal perfeito* ou *ideal* é uma repetição regular nas três dimensões de uma unidade de estrutura denominada *cela unitária* que, para uma substância cristalina determinada, em condições de pressão e temperatura especificadas, tem sempre o mesmo tamanho e contém o mesmo número e espécies de átomos em um arranjo característico. Quase todos os cristais são imperfeitos em um ou mais aspectos. A análise da intensidade da reflexão dos raios X para vários ângulos de incidência sôbre as superfícies dos cristais indica a presença comum de uma *estrutura em mosaico* na qual o cristal parece estar construído com blocos medindo 10^{-5} cm em um lado, aproximadamente. Os blocos não estão alinhados perfeitamente e formam entre si ângulos medindo poucos minutos ou segundos de arco. Além das imperfeições resultantes da estrutura em mosaico, podem estar presentes dentro dos blocos *imperfeições do retículo.* O retículo é um

cristal -> sólido poliédrico limitado por faces planas mostrando um arranjo ordenado interno de átomos e moléculas ou extensão de espaço tridimensional de unidade interna característica.

≠ entre substâncias cristalinas e amorfas.

cristais - EUÉDRICOS -> Faces desenvolvidas

SUBÉDRICOS -> parcialmente desenvolvidas

ANÉDRICOS -> não apresentam faces (grânulos)

cristal perfeito ou ideal -> apresenta o arranjo tridimensional ordenado da cela unitária

* CELA UNITÁRIA -> UNIDADE DE ESTRUTURA (molécula ou átomo) DE MESMO TAMANHO E ARRANJO CARACTERÍSTICO.

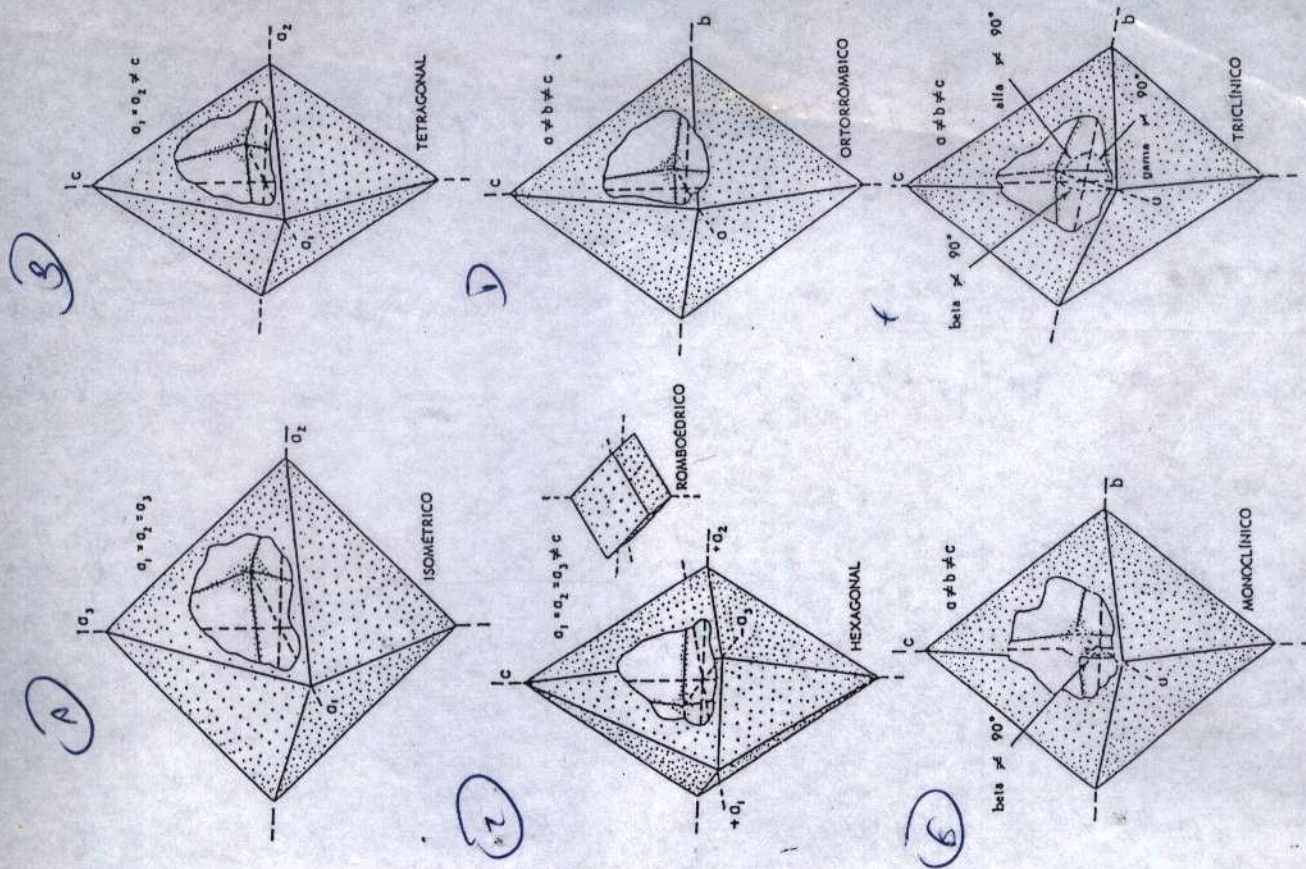
ESTRUTURA EM MOSAICO (IMPERFEIÇÕES NOS BLOCOS 10^{-5} cm QUE CONSTITUEM OS CRISTAIS)

* IMPERFEIÇÕES DO RETÍCULO ->

① Como você pode diferenciar uma substância cristalina de uma amorfa a vista desarmada? (pelas técnicas do Raio-X?

Uma substância cristalina apresenta um arranjo simétrico interno de átomos e expandindo-se este arranjo de forma ordenada tridimensionalmente limitando-se por faces planas. Já uma substância amorfa, ela apresenta formato aleatório e ~~desordenado~~) desordem em suas moléculas
Através do Raio X a estrutura interna molecular de um cristal apresenta ordem.

② Baseado no texto classifique os cristais segundo o desenvolvimento de suas faces: euédricos - faces desenvolvidas

subédricos. parcialmente desenvolvidas

anédricos - não apresentam faces (grânulos)

modêlo tridimensional de pontos idênticos no espaço, e cada ponto em um cristal perfeito caracteriza-se por uma certa disposição definida de átomos ou moléculas em redor dêle. Nos *retículos com defeitos*, pode haver posições vazias; átomos, ou grupos dêles, girados ou deslocados; átomos intersticiais, ou átomos de uma ou mais espécies dispostos ao acaso. Nos cristais mistos de substâncias isomorfas, as estruturas imperfeitas resultam da substituição dos átomos por outros de tamanho diferente e, em alguns casos, de valência diferente.

As propriedades físicas de um cristal perfeito, em que a relação dos átomos pode ser expressa em números inteiros simples, são constantes para condições especificadas de temperatura e de pressão. As imperfeições nos cristais, qualquer que seja sua natureza, provocam nas propriedades físicas, estando incluídas aí as ópticas, desvios em relação às do cristal perfeito.

Lei da Constância dos Ângulos Interfaciais

Os cristais, em sua grande maioria, são malformados. As condições de crescimento fazem com que os cristais se desenvolvam sem simetria. Os cristais que se precipitam ao mesmo tempo, oriundos da mesma solução, raramente parecem exatamente iguais. *Contudo, em uma dada espécie química ou mineral, independentemente das irregularidades de crescimento presentes, os ângulos entre as faces adjacentes ou projetadas, escolhidas de maneira semelhante, são essencialmente constantes.*

Eixos do Cristal e Sistemas Cristalinos

As faces de um cristal referem-se, de maneira conveniente, a linhas ou direções imaginárias que podem ser usadas para descrever a posição de uma face ou de um grupo de faces no espaço. Estas linhas ou direções são denominadas *eixos cristalográficos* (Fig. 1). Todos os cristais distribuem-se naturalmente em seis sistemas, baseados em seis agrupamentos simples, geométricos, dos eixos cristalográficos. Os seis sistemas são os que seguem:

I. Sistema Isométrico. Os cristais incluídos neste sistema referem-se a três eixos iguais, perpendiculares entre si. Os eixos são designados por a_1, a_2 e a_3.

II. Sistema Tetragonal. Todos os cristais referíveis a três eixos perpendiculares entre si, dois iguais e um maior ou menor do

Fig. 1. Eixos nos seis sistemas cristalinos. Tôdas as faces nos cristais interceptam os eixos segundo distâncias múltiplas.

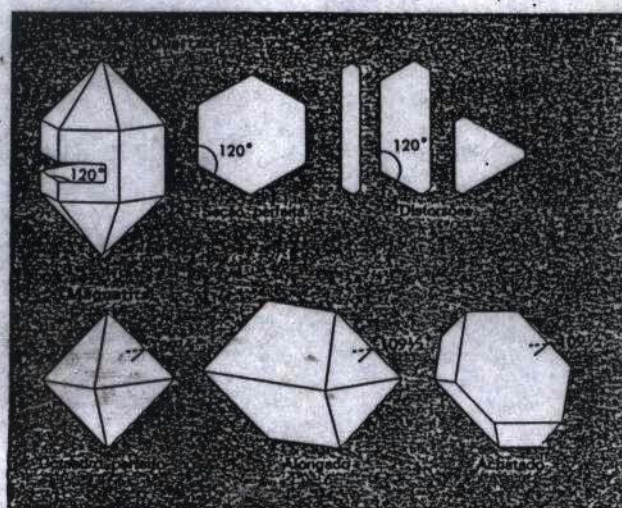
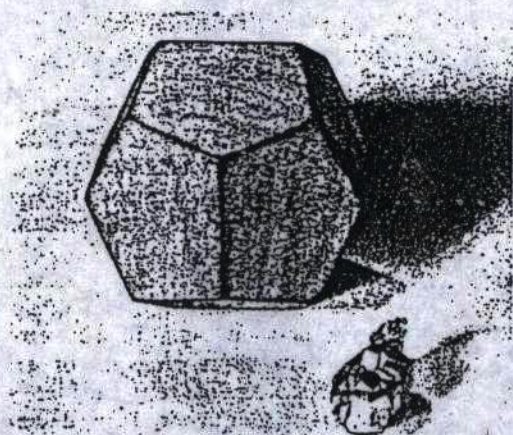
(3) Conceitue cela unitária de um cristal: é o arranjo característico que é uma unidade de estrutura que para uma substância cristalina determinada conter o mesmo número e espécie de átomos em condições de pressão e temperatura especificados.

(4) Que efeitos podem provocar as imperfeições nos cristais?
A partir de escanes feitos c/ Raio X, vemos as ~~[illegible]~~, estruturas em mosaico na qual parece que o cristal foi formado por blocos de 10^{-5} cmm o qual não estão alinhados perfeitamente.
Um outro tipo são as imperfeições do retículo. podendo haver posições vazias, átomos ou grupos deles deslocados, ou disposições ao acaso de átomos.

(5) Qual pode ser a importância da ~~[illegible]~~ lei da constância dos ângulos interfaciais de um cristal? (ou lei de Steno)?
A partir desta lei descobriu-se que todos os cristais são agrupados e distribuídos em 6 sistemas, baseados nos eixos ~~[illegible]~~ cristalográficos.

(6) Define eixos cristalográficos de um cristal. Quais os tipos?
Linhas ou direções imaginárias que servem para descrever o posicionamento e disposição de uma face ou um ~~[illegible]~~ grupo de faces no espaço.

(7)
- Isométrico = $a_1 = a_2 = a_3$
- Tetragonal = $a_1 = a_2 \neq c$
- Hexagonal = $a_1 = a_2 = a_3 \neq c$
- Ortorrômbico - $a \neq b \neq c$
- Monoclínico = $a \neq b \neq c$ $\beta \neq 90°$
- Triclínicos $a \neq b \neq c$ $\beta \neq 90°$ $\alpha = 90°$

CRISTALOGRAFIA

Lei da Constância dos Ângulos Interfaciais

(7) No que se baseiam os ~~os~~ Sistemas cristalinos? Comente o sistema isométrico e triclínico.

Baseiam-se na disposição dos eixos cristalográficos e seus ângulos de intersecção.

* Isométrico - 03 eixos iguais perpendiculares entre si

* Triclínico - 03 eixos desiguais e cortam-se formando ângulos agudos e obtusos - $a \neq b_2 \neq c_3$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90°$

(8) + Conceitue índice de Miller, comentando sua importância

O índice de Miller são os inversos dos parâmetros eliminada a parte fracionária. Os parâmetros ~~exp~~ expressam por uma série de números as intercepções relativas por aquela face sobre os eixos cristalográficos.

A partir dos índices facilitou a representação dos cristais.

(9) Diferencie a forma de um cristal aberta e uma fechada. Dê exemplo de uma forma qualquer indicando todos os seus índices de Miller

* Cristal de forma fechada → p/ esc, um ~~cubo~~ formas que limitam espaço e podem existir por si só

cristal de forma aberta → não limitam espaço e somente podem existir em combinações com outras formas.

forma bipirâmide índice 10 $\bar{1}$ 1

(10) Explique cada um dos elementos de simetria de um cristal. Dê o grau de simetria de um cristal cúbico.
Halita, Fluorita, Pirita, Galena

✓ CENTROS DE SIMETRIA - se uma linha traçada de qualquer ponto situado em sua superfície passar através do centro do cristal e emergir em um ponto semelhante ao lado oposto e à mesma distância do centro.

✓ PLANO DE SIMETRIA - ocorrerá se um plano imaginário atravessar o cristal e dividi-lo em metades simétricas cada uma delas sendo a imagem no espelho da outra.

✓ EIXOS DE SIMETRIA é a linha imaginária na qual o cristal cristal possa ser girado e se vejam linhas, faces ou ângulos idênticos, pelo menos duas vezes durante uma rotação completa.

B

grau de simetria de um cristal cúbico

os outros dois, pertencem a êste sistema. Os eixos são designa-
por a_1, a_2 e c.

III. Sistema Hexagonal. Inclui o *sistema trigonal* admitido
lguns cristalógrafos. Abrange todos os cristais que são referidos
atro eixos: três dêstes situam-se em um plano, cortam-se formando
los de 60 e 120 graus, e têm comprimento igual; o quarto eixo
rpendicular ao plano que inclui os outros três, sendo maior ou
r do que os outros eixos. A designação dêstes eixos é a seguinte:
$_2$, a_3 e c. O sistema hexagonal tem sido subdividido em *divisão
onal* e *divisão romboédrica.*

IV. Sistema Ortorrômbico. Êste sistema inclui todos os cris-
referíveis a três eixos desiguais, perpendiculares entre si. Desig-
-se os eixos por a, b e c. Por convenção, os cristais ortorrômbicos
orientados de tal forma que a intercepção unitária sôbre o eixo a
nor do que a verificada sôbre o eixo b.

V. Sistema Monoclínico. Êste sistema contém os cristais re-
os a três eixos desiguais: dois estão em um plano e cortam-se
ando ângulos agudos e obtusos; o terceiro eixo é perpendicular
lano que inclui os outros dois. Os eixos são designados por a,
. O ângulo obtuso entre as extremidades positivas dos eixos
é identificado por β (*beta*).

VI. Sistema Triclínico. Êste sistema contém todos os cristais
não se podem incluir nos sistemas mencionados anteriormente.
três eixos são desiguais e cortam-se formando ângulos agudos e
sos. Os eixos são designados por a, b e c. Os ângulos entre as
midades positivas de b e c, c e a, e a e b são designados por α, β e γ
beta e *gama*), respectivamente.

ção Axial

A relação axial de um mineral ou substância química cristalina
racterística para cada espécie. Comumente, determina-se a
ão axial escolhendo-se uma face bem desenvolvida do cristal,
orta todos os três eixos, e calculando-se, depois, as intercepções
vas sôbre os eixos. A Fig. 1 mostra as faces de um cristal que
n cada eixo segundo a unidade, e define a unidade de inter-
ção sôbre cada eixo. A técnica moderna que utiliza os raios
juda na escolha da face apropriada para o cálculo da relação
Mas, de fato, a relação axial pode ser determinada em certas
substâncias pelo método dos raios X, sem levar em consideração a
forma externa do cristal.

No sistema isométrico, todos os eixos são iguais; assim, a relação
axial para todos os cristais isométricos é a mesma. Nos cris-
tais tetragonais, os eixos laterais têm o mesmo comprimento, o eixo
vertical é maior ou menor. Tudo o que é necessário é uma decla-
ração da intercepção sôbre o eixo vertical relativamente sôbre os
eixos laterais; por exemplo, $c = 1{,}132\,1$ indica que a intercepção
sôbre o eixo c está para a intercepção sôbre o eixo lateral como 1,132 1
está para 1. O mesmo tipo de raciocínio aplica-se ao sistema hexa-
gonal. No sistema ortorrômbico, a intercepção sôbre o eixo b é
tomada como unidade e a relação axial afirma-se do seguinte modo:
$a : b : c = 0{,}813\,1 : 1 : 1{,}203\,4$.

Nos sistemas monoclínico e triclínico é necessário declarar não-
sòmente a relação axial, mas também as relações angulares dos
eixos.

Lei das Intercepções Racionais

Uma vez estabelecidas as intercepções, a posição de qualquer
face do cristal pode ser descrita, mediante a determinação de suas
intercepções sôbre cada um dos eixos, em relação às intercepções
unitárias. Ao fazer-se esta avaliação, é útil a *lei das intercepções ra-
cionais.* Esta lei afirma que *as relações entre as intercepções das faces
de um cristal devem ser números racionais*, isto é, $1 : 2$, $3 : 3/2$, $4 : 2/3$
etc. mas nunca $1 : \sqrt{2}$ etc.

Parâmetros e Índices

Os parâmetros da face de um cristal expressam, por uma série
de números, as intercepções relativas por aquela face sôbre os eixos
cristalográficos. As intercepções relativas são indicadas em têrmos
das intercepções unitárias. Por exemplo, os parâmetros da pirâmide
unitária no sistema ortorrômbico são $a : b : c$. Outra pirâmide pode
ter os parâmetros $1/3a : 1/4b : c$.

Os *índices de Miller* são os inversos dos parâmetros, eliminada a
parte fracionária.

As relações entre os parâmetros e os índices estão indicadas nos
seguintes exemplos:

Parâmetros	*Índices de Miller*
$a_1 : a_2 : a_3$	111
$\infty a_1 : \infty a_2 : c$	001
$a_1 : \infty a_2 : -a_3 : c$	$10\bar{1}1$
$\frac{1}{2} a : \frac{2}{3} b : c$	432
$\infty a : \frac{3}{5} b : c$	053
$\frac{1}{3} a_1 : \frac{1}{3} a_2 : c$	331
$a_1 : a_2 : 3c$	331

As faces do cristal são representadas mais fàcilmente pelos índices do que pelos parâmetros; por isso, usam-se quase exclusivamente os índices. Êstes, de forma geral, podem ser designados pelas letras *h*, *k*, *i* e *l*.

Formas de Cristais

Cristalogràficamente, uma *forma* é uma face ou um grupo de faces possuindo relações iguais para com os eixos cristalográficos. Por exemplo, um cubo é uma forma consistindo em seis faces semelhantes, cada uma delas sendo perpendicular a um eixo do sistema isométrico e paralela aos outros dois. Quando duas ou mais formas estão presentes em um cristal, diz-se que êle é uma *combinação*.

A Fig. 2 mostra formas simples e combinações nos seis sistemas de cristais.

Quando se usam índices para designar as faces individuais, são êles colocados entre parênteses. Assim, $(1\bar{2}1)$, $(h0l)$, (hkl) designam faces individuais. Se os índices estão incluídos em colchêtes, assim, $\{0kl\}$, $\{120\}$, $\{hkl\}$, $\{hk\bar{i}l\}$ referem-se a uma forma completa e não a uma face individual de uma forma. As formas que limitam espaço e podem existir por si sós, por exemplo um cubo, denominam-se *formas fechadas*. As *formas abertas* não limitam espaço e sòmente podem existir em combinação com outras formas.

Não existe coincidência de opiniões sôbre o melhor método para atribuir nomes às formas, exceto para as mais simples. Contudo, face ou forma de um cristal pode ser descrita adequadamente e de ... parâmetros e índices sem referência a

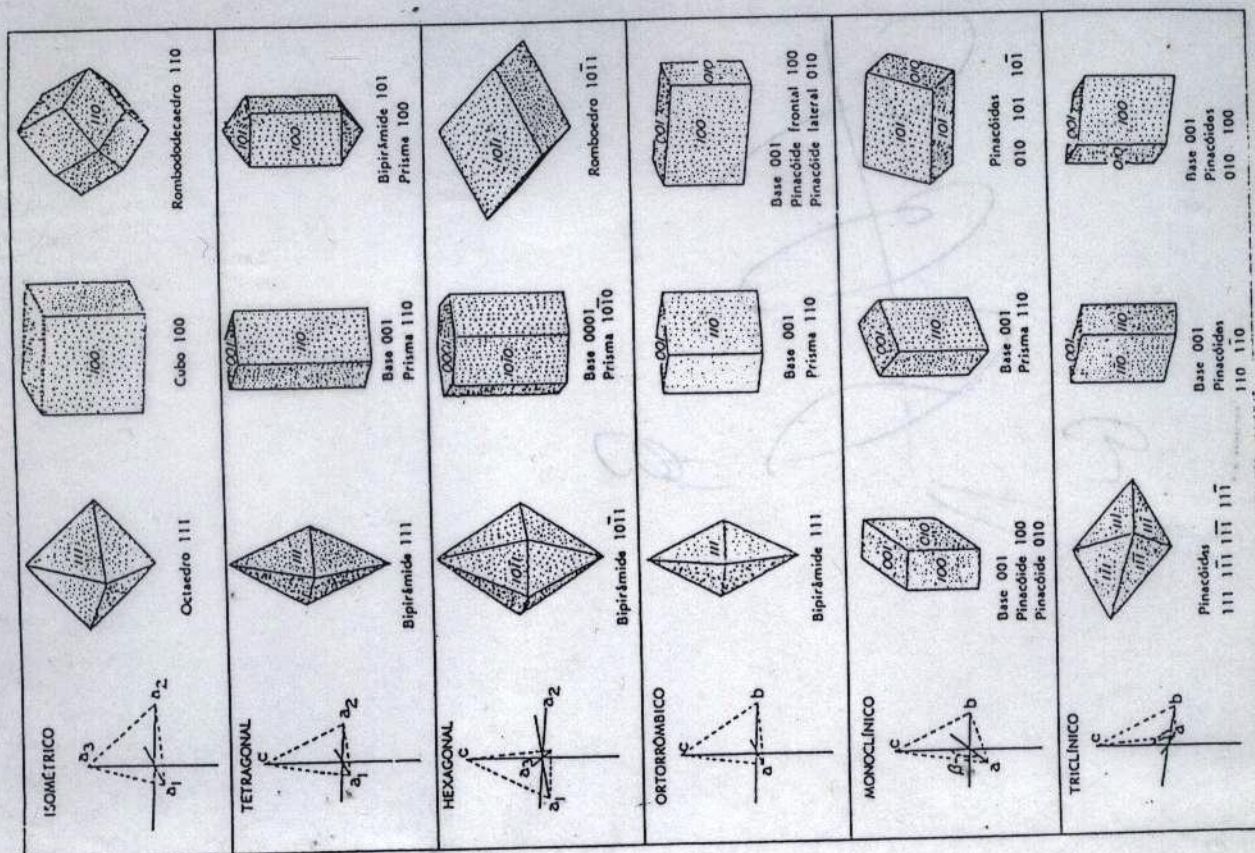



Fig. 2. Eixos, formas simples e combinações nos seis sistemas de cristais.

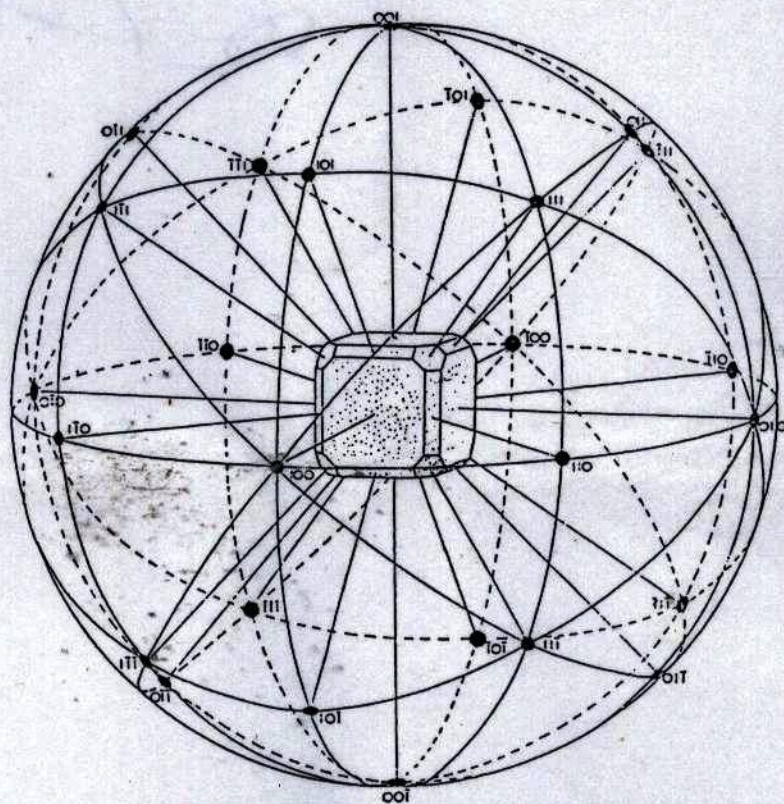
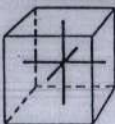
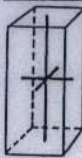
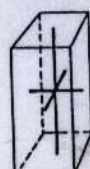
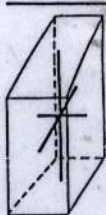
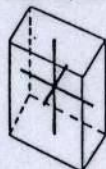
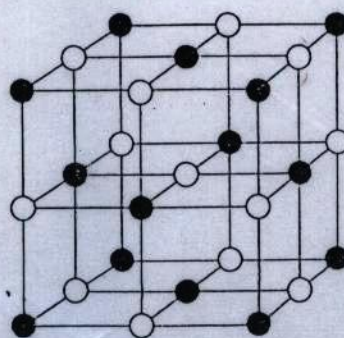



Fig. 15. Projeção esférica do cubo {100}, octaedro {111} e dodecaedro {110}.

Sistemas cristalinos

Eixos cristalográficos	*Nome*	*Formas cristalográficas*	*Minerais*
	Cúbico	Cubo Octaedro Rombododecaedro Icositetraedro	Diamante Pirita Halita
	Tetragonal	Prismas e pirâmides tetragonais	Calcopirita Rutilo Zircão
	Hexagonal Trigonal	Prismas e pirâmides hexagonais Prismas e pirâmides trigonais Romboedro	Apatita Berilo Coríndon Calcita Quartzo Turmalina
	Ortorrômbico	Prismas e pirâmides rômbicas	Barita Enxofre Topázio
	Monoclínico	Prismas com faces inclinadas	Gipso Moscovita Augita
	Triclínico	Pinacóides (pares de faces)	Albita Anortita Distênio

Estrutura reticular atômica da halita
Brancas: cloro; negras: sódio

Elementos de Simetria

Os elementos de simetria incluem o centro de simetria, os planos de simetria e os eixos de simetria. Diz-se que um cristal possui um *centro de simetria* se uma linha traçada de qualquer ponto situado em sua superfície passar através do centro do cristal e emergir em um ponto semelhante no lado oposto e à mesma distância do centro. Um *plano de simetria* estará presente se um plano imaginário puder ser passado através do cristal de forma a dividi-lo em metades simétricas, cada uma delas sendo a imagem no espelho da outra. *Eixo de simetria* é a linha imaginária ao redor da qual um cristal pode ser girado de maneira que se vejam faces, linhas ou ângulos idênticos, pelo menos duas vêzes durante uma rotação completa. Vêem-se melhor os elementos de simetria em cristais simétricos, perfeitamente formados (Fig. 3).

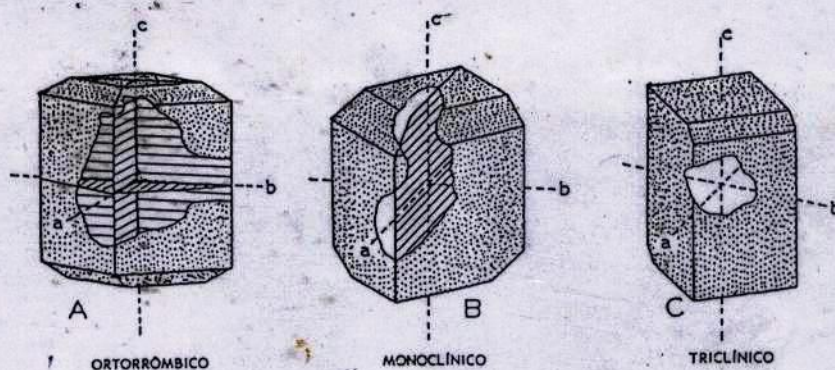



Fig. 3. Elementos de simetria em cristais selecionados.

A. Cristal ortorrômbico mostrando três planos de simetria (identificados por linhas paralelas), três eixos de simetria binária, cada um dêles paralelo a um eixo cristalográfico, e um centro de simetria.

B. Cristal monoclínico com um plano de simetria (identificado por linhas paralelas), um eixo binário paralelo ao eixo *b* e um centro de simetria.

C. Cristal triclínico tendo sòmente um centro de simetria.

Um quarto elemento de simetria, o *eixo de inversão rotatória*, é um elemento composto que combina a rotação ao redor de um eixo com a inversão em tôrno do centro. Precisa-se dêste elemento para a explicação da simetria sòmente de alguns cristais, nos quais é ela muito baixa.

Existem 32 combinações possíveis dos elementos de simetria que dão origem às 32 classes de cristais.

*CRISTALOGRAFIA MORFOLÓGICA

- FIXAÇÃO -

01.- Como você pode diferenciar uma substância Cristalina de uma Amorfa à vista desarmada ? E pelas técnicas dos Raios-X ?

02.- Baseado no texto, classifique os Cristais segundo o desenvolvimento de suas faces :

03.- Conceitue " Cela Unitária " de um cristal :

04.- Que efeitos podem provocar as imperfeições nos Cristais ?

05.- Qual pode ser a importância da Lei da Constância dos Ângulos Interfaciais de um Cristal (ou Lei de Steno)

06.- Defina " Eixos Cristalográficos " de um cristal : Quais os tipos ?

07.- No que se baseiam os Sistemas Cristalinos ? Comente os Sistemas Isométrico e Triclínico :

08.- Conceitue Índice de Miller, comentando sua importância:

09.- Diferencie uma Forma de Cristal aberta e uma fechada . Dê exemplo de uma forma qualquer, indicando todos seus índices de Miller.

10.- Explique cada um dos Elementos de Simetria de um Cristal. Dê o Grau de Simetria de um cristal cúbico (ex. Halita, Fluorita, Pirita, Galena).

(II) → porém é válido somente para regiões mais exteriores da crosta → pois r da Terra 6 367 Km → o que resultaria em Temperaturas ± 200.000 °C porém de acordo com estudo não ultrapassa 4000 e 5000 °C.

Deduzindo-se que o gradiente geotérmico diminui com a profundidade.

fatores da crosta que influenciam o grau e o gradiente →

(1) condutibilidade Térmica das rochas

> gradiente Térmico qto > condutibilidade

(2) reações EXOTÉRMICAS (DESPRENDIMENTO DE CALOR)

OU

ENDOTÉRMICAS (ABSORÇÃO DE CALOR)

(3) PROXIMIDADES DE MASSAS MAGMÁTICAS (ALTO PONTO DE FUSÃO) PROVOCANDO AUMENTOS NOTÁVEIS

(4) CONCENTRAÇÃO DE ELEMENTOS RADIOATIVOS

→ No caso do Brasil o grau geotérmico é >

↳ sub estável e cicatrizado.

07.02.99 (1)

qto mais próximo ao polo, mais próximo ao núcleo e mais pesado fica o corpo pois nos pólos a terra é achatada

-> diferenças gravimétricas em áreas montanhosas

-> mais homogêneos nos platôs continentais e oceanos

-> ISOSTASIA -> estado de equilíbrio dos blocos continentais siálicos que flutuam no substrato mais denso do manto

---

Temperatura -> geotermia GEOTERMIA

até uma profundidade entre 10 a 20 m

temp -> influenciada pela média anual.

GRAU GEOTÉRMICO + aumenta de acordo c/ profundidade

ex. poços petrolíferos

erupções vulcânicas

além de composição de rochas, carac. térmicas, teor de água

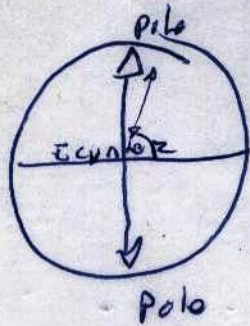
NÍVEL NEUTRO ou ZONA DE TEMPERATURAS CONSTANTES

GRAU GEOTÉRMICO -> Nº DE METROS NECESSÁRIOS P/ AUMENTO DE 1°C NA TEMP.

GRADIENTE GEOTÉRMICO -> Nº DE GRAUS QUE A TEMP AUMENTA AO ATINGIR-SE 100 METROS. -> EXPRESSA O VALOR DO AUMENTO DA TEMP. C/ A PROF.

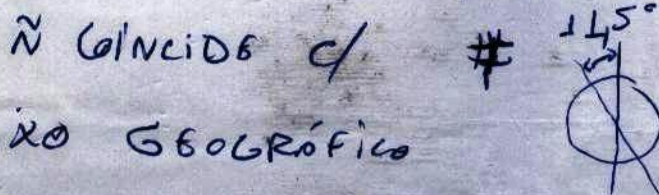
EX. A TEMP VARIA A PARTIR DE 33m -> TENDO ASSIM GRADIENTE DE 3°C/100 m

III

campo magnético é dividido em dois componentes
→ o horizontal e o vertical

> a aprox/no pólo > a atração

* NO EQUADOR APENAS PREVALECE A HORIZONTAL
* NOS PÓLOS prevalece os vertical

* inclinação magnética – quanto maior o angulo da agulha c/ a horizontal esta estará mais próximo ao polo

* declinação magnética, quando estiver próximo ao horizontal

→ EIXO GEOMAGNÉTICO (cria o campo magnético)
Ñ COINCIDE C/ ≠ EIXO GEOGRÁFICO

O CAMPO MAGNÉTICO SOFRE VARIAÇÕES DIVERSAS.

A CROSTA { MAGMÁTICAS, SEDIMENTARES, METAMÓRFICAS

A CROSTA { 30K ESPESSURA

→

METEORITOS / SIDERITOS 90% FERRO

SIDEROLITOS ligas FERRO/NÍQUEL

AEROLITOS → IGUAIS ÀS ROCHAS TERRESTRES

↓

CORPOS SÓLIDOS
c/ movi ELÍTICOS
AO REDOR
DO SOL

* meteoro

↓

A PARTIR DAÍ DESIGNOU-SE

PROPÔ-SE ESTRUTURA SIMILAR c/ A TERRA
- ZONA POUCO DENSA
- CAMADA INTERMEDIÁRIA
- NÚCLEO FÉRRICO

ESTRUTURA DA TERRA

- * Atmosfera
- * Biosfera
- * Hidrosfera
- * crosta
- * manto
- * núcleo

crosta
rochas graníticas
rochas basálticas
descontinuidade Mohorovicic
rochas ultrabásicas

* meia vida → Transcorrido um Tempo (T)

Sua massa inicial será Transformada

em outra após 2T

desintegra-se novamente

ficando a quarta parte

idade da Terra é o Tempo Transcorrido desde que

a massa e volume eram semelhantes aos atuais.

ondas primais (P) → longitudinais, curto alcance

semelhante a onda sonora < densidade

> densidade

+ vel. aumenta

ondas secundárias (S) não se propagam através

dos líquidos

ondas longas (L) ondas lentas

---

mudanças diferentes em certas profundidades

ⓐ 10 a 15 Km

ⓑ 30 a 40 Km descontinuidade Mohorovicic

ⓒ 2.900 Km " de Dahn

8,0

ESCOLA TÉCNICA FEDERAL DE GOIÁS

AVALIAÇÃO DE GEOLOGIA GERAL

NOME Pier Paolo Roncaroni Romero TURMA Mineração Pos Medio Noturno

QUESTÕES

1- Descrever e ilustrar a constituição interna do globo terrestre.

2- Explicar o método de datação das rochas

3- O que se entende por declinação e inclinação magnética?

4- Qual é a relação existente entre grau geotérmico e gradiente geotérmico?

5- Dissertar sobre as origens das rochas sedimentares.

(4) A relação excistente entre grau geotérmico e gradiente geotermico é inversamente proporcional

onde grau geotérmico é a profundidade necessária para ocorrer o aumento de 1°C na Temperatura geotérmica.

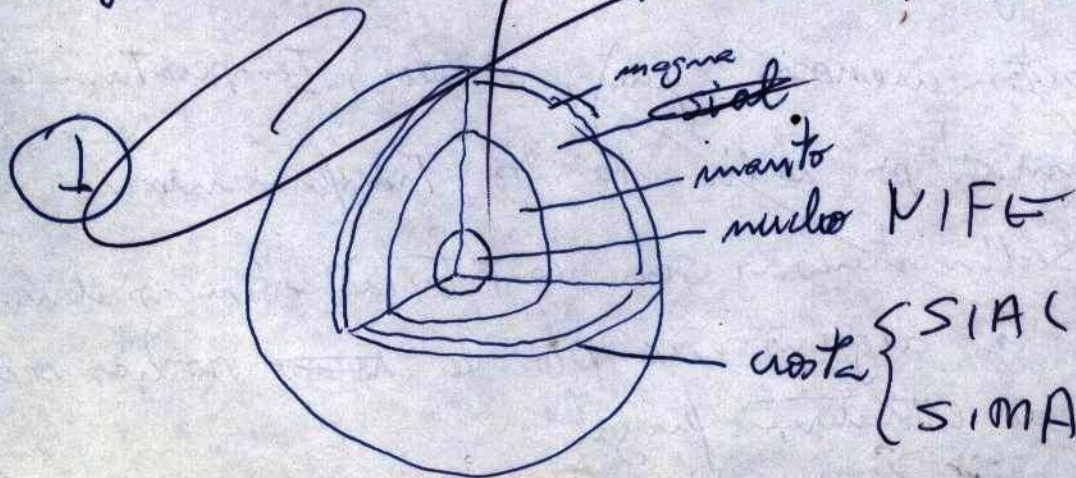
enquanto que gradiente geotérmico determina quantos graus aumentou a temperatura em 100 m de profundidade

(1)

magma ~~sial~~

manto

nucleo NIFE

crosta { SIAL / SIMA

① O campo magnético da Terra proporciona dois componentes de atração um vertical outro horizontal

o eixo vertical determina a ação de atração por parte dos pólos. O Horizontal determina o ~~Equador~~ EQUADOR

No caso da bússola, quanto maior o ângulo formado pela agulha com o eixo horizontal denominamos de inclinação magnética

quanto ~~(mais)~~ mais próximo a agulha do Eixo horizontal no caso o Ecuador o ângulo torna-se menor ocorrendo então a declinação magnética

② As rochas são datadas a partir da comparação baseada na meia vida de um determinado ~~(compont)~~ componente mineral que sofre com o passar do tempo onde a partir daí estipula-se em que período a rocha se formou.

③ O Desgaste de rochas magméticas pela ação do tempo, chuvas, desgaste erosivo, ou por fricção provocaram depósitos arenosos que, o calor, Temperatura e pressão, acabaram por sedimentá-los transformando-se em rochas sedimentares ⇒ sua contituição é menos densa e homogênea e alguns exemplos de ~~rocas~~ rochas sedi-

Centro Federal de Educação Tecnológica

Escola Técnica Federal de Goiás

Nome Pier Paolo Roncoroni Turma Nº
Pos-medio noturno

6,0

Questões:

1- Diferenciar Tectonismo de Vulcanismo.

2- Descrever os vários tipos de materiais piroclástico.

3- Relacionar e ilustrar os vários tipos de corpos plutônicos concordantes.

4- Como podemos distinguir os movimentos orogenéticos dos movimentos epirogenéticos.

5-Descrever as várias fases na evolução de um geossinclinal.

5- fase pré-orogênica - início de subsidência geossinclinal e deposição de sedimentos
fase orogenética inicial - magmatismo básico, inicia-se a formação de sedimentação atingindo o nível do mar, ~~[illegible]~~ acumulo de MOLASSA.
fase orogenética principal - magmatismo ácido, corpo já está ~~[illegible]~~ acima do nível do mar, acumulo de FLYSCH.
fase pós-orogenética - magmatismo básico e intermediário, a formação está completa.

4- movimentos orogenéticos são movimentos rápidos da crosta terrestre que ocasionam dobras ou falhas. Os exemplos mais típicos são os terremotos e o vulcanismo

movimentos epirogenéticos são movimentos de caráter mais lento e não tem força suficiente para causar dobras ou ~~[illegible]~~ falhas na crosta.

2 - São corpos compostos de elementos magmáticos, com certa plasticidade como exemplo temos o SÍLEX, formado a partir do material expelido dos vulcões.

1) Tectonismo - movimentos, distúrbios ou deslocamentos ~~do~~ de placas da crosta terrestre onde ocasiona falhas e dobras. Como exemplo temos os terremotos, sismos.

Vulcanismo - provocado pela alta pressão de material magnético que aproveita locais da crosta para expelir substâncias a altíssimas temperaturas remodelando a crosta na forma de montanhas vulcânicas

LAPIDAÇÃO

→ PEDRA BRUTA → JAZIDAS → TERRENOS → ESTRUTURAS GEOLÓGICOS → PROFUNDAS

→ SUBSOLO

→ COMPRAR AS PEDRAS → TALHE → PEDRAS PRONTAS

→ COMÉRCIO → EX. CRISTAIS → BOLAS, CHAVEIROS, PIRÂMIDES, PINGENTES
INCRUSTAR EM JOIAS
ARTESANATO EX: JOGO DAMAS, JOGO XADREZ, RUNAS

→ LINHA DE PRODUÇÃO

→ IR ATÉ O CAMPO → COMPRAR.

LINHA DIRECIONADA → LOJAS ESOTÉRICAS
CASAS ESPIRITUALISTAS
REVISTA PLANETA

→ PEDRAS INTERESSANTES
→ TURMALINAS
→ AGATO
→ TOPÁZIO
→ CRISTAL
→ AMETISTO
→ ÁGUA MARINHA

AVALIAÇÃO:
→ NOME

→ EXPORTAÇÃO – ARGENTINA, PONTOS TURÍSTICOS, SÃO PAULO

VENDA POR LOTES

NOME: ~~[illegible]~~ COMÉRCIO DE PEDRAS

"JOALHERIA" ← "ÁGATA" COMÉRCIO DE PEDRAS

→ DESLOCAMENTO ATÉ AS CIDADES E/OU GARIMPOS

EIXO GYN/SAO

USAR FAX

TABELA: GRAMA	KILO
PEDRA	
VALORE	

→ obter LICENÇA

→

(III)

3 - Descontinuidade de camada

4 - Brecha de falha
5 - Milonito
6 - Drag fold

Dados (A) requerente mineração mundo novo LTDA
CGC 02.278.974/0001-49
(B) end. Av. 85 Nº 255 S. Sul
GYN - GO (062) 281 16 74
(C) JUCEG 0347891 7761
(D) Geologo Jaicampos CREA 1874/D DF
(E) END. AV. T10 N 383 APTO 201 S. BUENO
(F) CPF 093280 245-21 GYN - GO
(G) Subs. CALCÁRIO DOLOMÍTICO
UTIL. CORR. DE SOLO
(H) RIO VERDE - GO
LOC. FAZ. ALEGRE DE JOÃO DA SILVA
(I) MAPA BASE - ~~FAZ~~. FOLHA RIO VERDE
ESCALA - 1/100.000 EXECUTOR - IBGE
(folha SE 22X-C-II)